

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

**LIBEREC 2011**

**JANA KUBÍKOVÁ**

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ

KOD/2011/06/07/MS

**HODNOCENÍ OCHRANNÝCH ODĚVŮ PRO  
PRACOVNÍKY VE ZDRAVOTNICTVÍ**

**THE EVALUATION OF THE SAFETY  
CLOTHINGS FOR WORKERS IN THE  
HEALTH SERVICE**

**LIBEREC 2011**

**JANA KUBÍKOVÁ**

## **P r o h l á š e n í**

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne 28. dubna 2011

.....

Podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Jedná se zejména o Ing. Zuzanu Fléglovou, vedoucí mé diplomové práce, za trpělivé vedení, čas strávený při konzultacích, laskavost a poskytnutí mnoha cenných rad po celou dobu spolupráce. Dále děkuji Textilnímu zkušebnímu ústavu v Brně za poskytnutí zázemí potřebného pro realizaci zásadních testů v experimentu. Jmenovitě patří mé obrovské poděkování Mgr. Markétě Hudcové za milý, avšak profesionální přístup, ochotu předat mi své odborné znalosti a vždy pomoci a poradit. Děkuji mimo jiné i Ing. Rudolfu Třešňákovi za pomoc a rady v oblasti testování komfortu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům i těm mně nejbližším za trpělivost a nejen morální podporu po celou dobu studia.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá hodnocením ochranných oděvů pro pracovníky ve zdravotnictví. Literární průzkum je věnován druhům ochranných prostředků, legislativě, požadavkům pro textilní materiály a v neposlední řadě také metodám hodnocení užitných vlastností zdravotnických ochranných oděvů. V experimentální části jsou popisovány metody hodnocení operačních plášťů v oblasti speciálních vlastností, které byly zvoleny na základě normy určující požadavky na provedení operačních plášťů. Dále jsou testovány materiály z hlediska komfortu. Práce zároveň obsahuje všechny výsledky provedených zkoušek včetně naměřených hodnot zveřejněných v rámci přílohy.

## **Klíčová slova**

- operační plášť, zdravotnictví, ochrana, požadavky, norma, komfort

## **Abstract**

My diploma thesis deals with the evaluation of the safety clothings for workers in the health service. The literary research pays attention to the kinds of preservative products, legislation, requirements for the fabrics and to the methods of the evaluation of the utility qualities of the medical protective clothings. The experimental part describes the methods of the evaluation of the operation gowns in the area of the special characteristics which were chosen based on the standard specification which sets the requirements for the operation gown. Next, the materials on the part of comfort were tested. The enclosure of this thesis also contains all results of the performed tests including the measured values.

## **Key words**

- an operation gown, the health service, protection, requirements, standard specification, comfort

## **Obsah**

<b>ÚVOD</b>	<b>13</b>
<b>LITERÁRNÍ PRŮZKUM</b>	<b>14</b>
1. OCHRANA PRACOVNÍKŮ NA OPERAČNÍM SÁLE	15
1.1 Druhy ochranných prostředků	15
1.1.1 Operační oděv	16
1.1.2 Operační plášť	16
1.1.3 Operační ústenka	18
1.1.4 Operační čepice	19
1.1.5 Operační rukavice	20
1.1.6 Návleky na obuv	21
1.2 Přehled firem	22
1.2.1 Cenová relace	24
2. REŠERŠE PŘEDPISŮ A POŽADAVKŮ	25
2.1 Právní předpisy zdravotnických prostředků	25
2.1.1 Evropská unie	25
2.1.2 Česká republika	26
2.1.2.1 Nařízení vlády č. 336/2004 Sb.	27
2.1.2.1.1 Zásady a požadavky	27
2.1.2.1.2 Posouzení shody	28
2.1.2.2 Povinnost výrobce při uvedení výrobku na trh	29
2.2 Požadavky pro textilní materiály	30
2.2.1 Norma pro textilní zdravotnické prostředky na operačních sálech	30
2.2.1.1 Požadavky na výrobce, zpracovatele a výrobky	30
2.2.1.2 Zkušební metody	31
2.2.1.3 Požadavky na provedení a úrovně provedení	31
3. METODY HODNOCENÍ UŽITNÝCH VLASTNOSTÍ	33
3.1 Trvanlivost	33
3.1.1 Pevnost	33
3.1.1.1 Pevnost v protržení	34
3.1.1.2 Pevnost v tahu	34
3.1.2 Odolnost v oděru	34
3.2 Fyziologické vlastnosti - komfort	35

3.2.1 Propustnost vodních par	35
3.2.2 Propustnost vzduchu	37
3.2.3 Propustnost tepla	38
3.3 Speciální vlastnosti ochranných oděvů ve zdravotnictví	38
3.3.1 Antibakteriální účinek antibakteriálně upravených výrobků	39
3.3.2 Antibakteriální aktivita – agarová destička	39
3.3.3 Odolnost proti mikrobiální penetraci	40
3.3.4 Čistota – mikrobiální	40
3.3.5 Čistota – nepřítomnost partikulárního materiálu, třepivost	41
3.3.6 Odolnost proti penetraci kapalin	41
<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST</b>	<b>42</b>
4. CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLŮ	43
5. DEFINICE EXPERIMENTU	44
5.1 Třepivost (linting)	45
5.1.1 Zkušební zařízení	45
5.1.2 Příprava vzorků	47
5.1.3 Průběh zkoušky	47
5.1.4 Výsledky měření	49
5.1.5 Vyhodnocení	50
5.2 Odolnost proti mikrobiální penetraci za mokra	51
5.2.1 Zkušební zařízení	51
5.2.2 Příprava před zkouškou	53
5.2.2.1 Příprava živného média	53
5.2.2.2 Příprava donoru	54
5.2.2.3 Příprava vzorků	55
5.2.3 Průběh zkoušky	55
5.2.4 Výsledky měření	59
5.2.5 Vyhodnocení	60
5.3 Komfort	61
5.3.1 Propustnost vodních par	61
5.3.1.1 Zkušební zařízení	62
5.3.1.2 Průběh zkoušky	62
5.3.1.3 Výsledky měření	63
5.3.2 Propustnost vzduchu	64

5.3.2.1 Zkušební zařízení	65
5.3.2.2 Průběh zkoušky	65
5.3.2.3 Výsledky měření	65
5.3.3 Propustnost tepla	67
5.3.3.1 Zkušební zařízení	67
5.3.3.2 Průběh zkoušky	68
5.3.3.3 Výsledky měření	68
5.3.4 Vyhodnocení komfortu	70
6. CELKOVÉ VYHODNOCENÍ	72
<b><u>ZÁVĚR</u></b>	<b><u>73</u></b>
<b><u>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</u></b>	<b><u>75</u></b>
<b><u>SEZNAM OBRÁZKŮ</u></b>	<b><u>83</u></b>
<b><u>SEZNAM TABULEK</u></b>	<b><u>84</u></b>
<b><u>SEZNAM GRAFŮ</u></b>	<b><u>85</u></b>
<b><u>SEZNAM PŘÍLOH</u></b>	<b><u>I</u></b>



## **Seznam použitých symbolů a zkratek**

§	- paragraf
A	- plocha měřicí jednotky [ $\text{m}^2$ ], zkoušená plocha textilie [ $\text{cm}^2$ ]
a.s.	- akciová společnost
$C_0$	- opravdové pozadí přístroje [počet částic]
CE	- Communauté Européenne
CFU (=KTJ)	- Colony Forming Unit (= kolonie tvořící jednotky)
$C_L$	- koeficient vzniku odletků z materiálu [-]
CO	- bavlna
ČSN	- Česká státní norma
DPH	- daň z přidané hodnoty
EHS	- Evropské hospodářské společenství
EN	- Evropská norma
ES	- Evropská společenství
EU	- Evropská unie
FN	- fakultní nemocnice
$\text{H}_2\text{O}$	- voda
H	- výhřevnost dodávaná měřicí jednotce [W]
HDPE	- High Density Polyethylen (vysokohustotní polyethylen)
$I_B$	- ukazatel nepropustnosti bariéry [-]
$i_{\text{mt}}$	- index propustnosti vodních par [-]
IPM	- index pro přítomné částice [-]
IS	- interval spolehlivosti [dle jednotek souboru dat]
ISO	- International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
k	- tepelná vodivost [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
LSD	- Lowest Standard Deviation (nejmenší směrodatná odchylka)
$m_1$	- hmotnost vzorku před oděrem [kg]
$m_2$	- hmotnost odřené vzorku [kg]
NaCl	- chlorid sodný
$p_0$	- maximální ustálená hodnota propustnosti před vložením vzorku do přístroje [mV]

$p_1$	- maximální ustálená hodnota propustnosti po vložení vzorku do přístroje [mV]
$p$	- relativní propustnost vodních par (nenormalizovaný parametr) [%], citlivost zapisovače [mV]
$\overline{p}$	- aritmetický průměr relativní propustnosti vodních par (nenormalizovaný parametr) [%]
$p_a$	- parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě $T_a$ [Pa]
PL	- polyester
$p_m$	- nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí jednotky při teplotě $T_m$ [Pa]
PP	- polypropylen
PU	- polyuretan
$p_x$	- relativní propustnost vodních par [%]
$\overline{q_v}$	- aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu [ml.s <sup>-1</sup> ]
$r$	- tepelná odolnost [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$\overline{r}$	- aritmetický průměr tepelné odolnosti [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$R$	- prodyšnost [m.s <sup>-1</sup> ], tepelná odolnost [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$\overline{R}$	- aritmetický průměr prodyšnosti [m.s <sup>-1</sup> ]
$R_{ct}$	- tepelný odpor, tepelná odolnost [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$R_{ct0}$	- konstanta přístroje pro měření tepelné odolnosti $R_{ct}$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$R_{et}$	- výparný odpor, odolnost vůči vodním parám [m <sup>2</sup> .Pa.W <sup>-1</sup> ]
$R_{et0}$	- konstanta přístroje pro měření tepelné odolnosti vůči vodním parám $R_{et}$ [m <sup>2</sup> .Pa.W <sup>-1</sup> ]
$s^2$	- rozptyl [(dle jednotek souboru dat) <sup>2</sup> ]
$s$	- směrodatná odchylka [dle jednotek souboru dat]
$S$	- hodnota 60 Pa.K <sup>-1</sup>
Sb.	- sbírka zákonů
s.r.o.	- společnost s ručením omezeným
$t$	- teplota (vzduchu) [°C]
$T_a$	- teplota vzduchu ve zkušebním prostoru [°C]
$T_m$	- teplota měřicí jednotky [°C]
TZÚ	- Textilní zkušební ústav

U	- úbytek hmotnosti [%]
UK	- Univerzita Karlova
USB	- Universal Serial Bus (univerzální sériová sběrnice)
v	- rychlost posuvu papíru [mm.s <sup>-1</sup> ], variační koeficient [%]
W <sub>d</sub>	- propustnost vodních par [g.m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> .Pa <sup>-1</sup> ]
$\bar{x}$	- aritmetický průměr [dle jednotek souboru dat]
$\Delta H_c$	- korekce pro výhřevnost při měření tepelné odolnosti R <sub>ct</sub>
$\Delta H_e$	- korekce pro výhřevnost při měření odolnosti vůči vodním parám R <sub>et</sub>
$\lambda$	- koeficient tepelné vodivosti (měrná tepelná vodivost) [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$\bar{\lambda}$	- aritmetický průměr koeficientu tepelné vodivosti [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$\varphi$	- vlhkost (vzduchu) [%]
$\Phi T_m$	- latentní teplo odpařování vody při teplotě T <sub>m</sub> [W.h.g <sup>-1</sup> ]

## ÚVOD

Nemocní a zranění lidé tu byli a vždy budou. Stejně tak jako vystudovaní lékaři, kteří se snaží nám „obyčejným“ lidem pomoci či dokonce zachránit život. Aby se při méně či více náročných operacích nenakazili různými druhy patogenů, musí se chránit speciálními oděvy – ochrannými plášti, rouškami, čepicemi, rukavicemi a v neposlední řadě i obuví. Avšak bylo tomu tak již od pradávna?

Do konce 18. století lékaři nepoužívali žádné speciální ochranné prostředky. Protože byli velmi váženými osobami, chodili v dobových oblecích a při zákrocích si pouze vyhrnovali jejich rukávy. Pláště se začali vyskytovat až počátkem 19. století, avšak nosili se pouze na košilích. Na začátku 20. století se k plášti přidaly i rukavice a čepice. Při 1. transplantaci srdce v Kapském městě v roce 1967 měl již lékař oblečen propínací plášť bez košile, roušku, čepici i rukavice. V období 2. světové války se u nás dokonce lékaři zahalovali do všech ochranných prostředků více než ve světě. Objev syntetických vláken na počátku 20. století bezpochyby ovlivnil i vývoj operačních plášťů, a to zejména od 70. let, kdy se pláště z bavlněných vláken začaly nahrazovat jinými materiály. Nyní se ochranné prostředky pro personál ve zdravotnictví vyrábí převážně z netkaných textilií různého materiálového složení [1, 2, 3].

Následující literární průzkum této diplomové práce se zaměřuje na druhy ochranných prostředků používaných dnes, na to, jakou musí zdravotnické výrobky splňovat legislativu a dodržovat požadavky na provedení. V neposlední řadě popisuje metody možné k hodnocení užitných vlastností. Některé z těchto uvedených zkoušek se promítnou v experimentální části. Ta je zaměřena na testování operačních plášťů, zejména na ochranu personálu nemocnic vyskytujícím se na sále před bakteriemi. Dokáží snad jednorázové operační pláště z netkaných textilií svými vlastnostmi předčít opakovaně použitelné bavlněné pláště a odsunout je do historie?

## **LITERÁRNÍ PRŮZKUM**

# **1. OCHRANA PRACOVNÍKŮ NA OPERAČNÍM SÁLE**

Operační zákroky jsou nejen v České republice prováděny v hojném počtu. Vždyť jen na Klinice dětské a dospělé ortopedie a traumatologie 2. lékařské fakulty UK a FN Motol v Praze je provedeno v dětské části cca 1600 – 2000 operací a v dospělé části více než 2500 operačních zákroků za rok [4]. V Centru kardiovaskulární a transplantační chirurgie v Brně za rok lékaři odoperovali kolem 1200 operací. Z těchto statistik dvou namátkově vybraných nemocnic, kterých je v České republice celkem 162, je zřejmé, že je třeba personál na operačních sálech dobře chránit před choroboplodnými zárodky neboli patogeny, které mohou způsobit řadu závažných infekcí jak u operatérů a personálu nemocnic, tak i u pacientů [1, 5, 6]. Operační oděvy a jiné ochranné zdravotnické prostředky, jako jsou například operační ústenky, čepice, rukavice apod., jsou tedy důležitou součástí výbavy každé nemocnice.

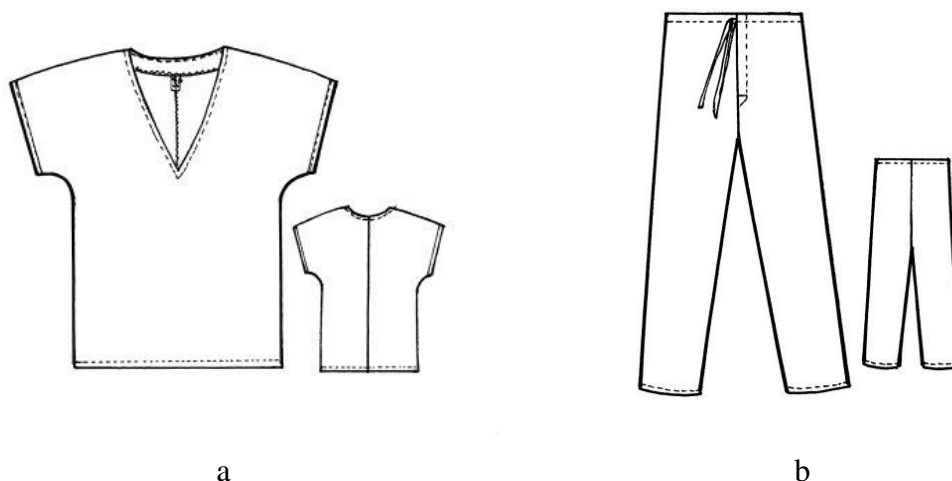
## **1.1 Druhy ochranných prostředků**

Operace je chirurgický zákrok, při kterém dochází ke krvavému narušení povrchu těla. Operaci zpravidla provádí operatér, tedy odborně vystudovaný lékař. K tomu, aby se na operačních sálech snížilo riziko infekce rány operovaného pacienta a nákaze personálu, který se u méně či více složitého a časově náročného zákroku nachází, je třeba přísné dodržování hygienických požadavků [7, 8].

V tzv. operačním traktu rozeznáváme čtyři zóny, které snižují riziko nákazy. Jsou to: zóna ochranná, zóna aseptická čili čistá, zóna sterilní a odsunová. Operační oděvy si operační tým obléká v tzv. hygienickém filtru. Z této místnosti se odchází do ochranné zóny a následně na samotný operační sál. K tomu, abychom personál i pacienta ochránili, nám ale čistý prostor operačních sálů nestačí. Důležitou součástí pro vykonání kvalitního operačního zákroku bez nákazy je tedy i používání ochranných prostředků. Těmito ochrannými prostředky se podrobněji zabývají následující podkapitoly [1, 8].

### 1.1.1 Operační oděv

Operační oděv je oděv, který používá personál na operačním sále namísto operačního pláště nebo jej nosí pod ním. Zpravidla se tento oděv skládá z halenky (obr. 1.1.1.1 – a) a kalhot (obr. 1.1.1.1 – b) [9].



Obr. 1.1.1.1 Pánský operační oděv: a) operační halena, b) operační kalhoty [10, 11]

Halena bývá většinou jednoduché stříhové konstrukce s krátkými kimonovými rukávy a výstřihem do “V“. Kalhoty jsou v pase uchyceny gumou nebo vázací tkanicí. Operační oděv může být vyroben z jednorázového i opakovaně použitelného materiálu [9, 10, 11].

### 1.1.2 Operační plášť



Operační plášť je dle normy ČSN EN 13795-1 definován jako "plášť nošený členy operačního týmu k zabránění přenosu infekčních agens", přičemž infekční agens je mikroorganismus, který prokazatelně způsobil infekci chirurgické rány, popřípadě který by mohl způsobit infekci operačního personálu nebo pacienta. Zároveň plášť brání uvolnění znečišťujících částic do vzduchu ze strany operátora [8, 12].

Operační pláště jsou vyráběny jak pro krátké operační zákroky, tak pro dlouhé a časově náročné operace. Při kratších výkonech jsou ve větší míře používány pláště bez ochranné plochy proti vlhkosti v přední a rukávové části. U delších výkonů je ve jmenovaných částech plášť podkládán nepropustnými výztužemi [13, 14, 15, 16]. V případě



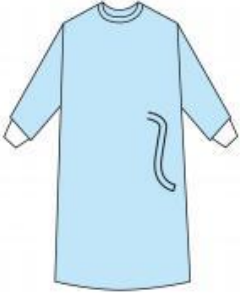

opakovaně použitelného materiálu jsou operační pláště většinou zavazované v pase a na rukávech na tkanici. Pláště z jednorázových materiálů jsou opět zavinovací, avšak rukávy jsou zakončeny úplety [16, 17]. Druhy operačních plášťů se liší dle firmy, která je vyrábí (tab. 1.1.2.1).

Všechny tyto operační pomůcky musí být nepropustné jak pro vodu, tak zejména pro krev a bakterie. Jejich důležitou vlastností je i minimalizace uvolnění krátkých vláken v průběhu používání tzv. linting [7, 18]. Více o vlastnostech operačních plášťů je uvedeno v kapitole 2.2.1.3, tab. 2.2.1.3.1.

Tab. 1.1.2.1 Druhy operačních plášťů [13, 14, 15, 16, 19, 20]

<b>FIRMA HARTMANN – RICO a.s.</b>	
<b>Foliodress Comfort</b> - netkaná textilie  <i>Foliodress Comfort Basic</i> - otevřená záda, kratší výkony <i>Foliodress Comfort Perfect</i> - standardní zavinovací plášť pro operační zákroky <i>Foliodress Comfort Special</i> - zesílený zavinovací plášť, operační zákroky s větším únikem tekutin	<b>Foliodress Protect</b> - netkaná textilie  <i>Foliodress Open Back</i> - otevřená záda, kratší výkony <i>Foliodress Standard</i> - standardní zavinovací plášť pro operační zákroky <i>Foliodress Reinforced</i> - zesílený zavinovací plášť, operační zákroky s větším únikem tekutin
<b>FIRMA PANEP s.r.o.</b>	
<b>Operační plášť Standard</b> - netkaná textilie - kratší operační výkony	<b>Operační plášť Standard Plus</b> - netkaná textilie - kratší operační výkony, nepropustné výztuže na přední straně pláště a rukávech









	
<p><b>Operační plášť Comfort</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- netkaná textilie</li> <li>- dlouhé operační výkony</li> </ul> 	<p><b>Operační plášť Comfort Plus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- netkaná textilie</li> <li>- dlouhé operační výkony, nepropustné výztuže na přední straně pláště a rukávech</li> </ul> 

### 1.1.3 Operační ústenka

Operační ústenka je velmi důležitou součástí výbavy operačního týmu. Nesmí obsahovat žádné alergizující substance, protože pokožka kolem úst a nosu je na lidském těle jedním z nejcitlivějších míst. Zároveň musí splňovat požadavky vysoké prodyšnosti, propustnosti vodních par a malé hmotnosti.

Personál nemocnice se vyskytuje na operačním sále někdy i mnoho hodin a je vystavován velkému množství bakterií. Aby se tým operatérů cítil pohodlně a komfortně, většina firem vyrábí ústenky třívrstvé a vkládá do měkkého lemu u nosu plastickou výztuž, která umožňuje dobré přilnutí, a tím i větší bezpečnost. Operačních ústenek je na trhu široké množství (tab. 1.1.3.1) dle stupně požadované ochrany a míry filtrace [12, 21, 22].

Tab. 1.1.3.1 Druhy operačních ústenek [22]







<b>FIRMA HARTMANN – RICO a.s.</b>	
<b>Loop</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- základní typ operační masky</li> <li>- drobné chirurgické zákroky</li> </ul> 	<b>Special</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maska s rozšířenými vlastnostmi</li> <li>- větší chirurgické zákroky, větší velikost (muži s vousy)</li> </ul> 
<b>Senso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maska s rozšířenými vlastnostmi</li> <li>- chirurgické zákroky, citlivá plet'</li> </ul> 	<b>Anti Fogging</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maska s rozšířenými vlastnostmi</li> <li>- chirurgické zákroky, ochrana proti mlžení brýlí (operatér s brýlemi)</li> </ul> 
<b>Anti Splash</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maska s vyšším ochranným typem</li> <li>- chirurgické výkony, odolnost proti postříkání</li> </ul> 	<b>Anti Splash Vizor</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maska s vyšším ochranným typem</li> <li>- chirurgické výkony, odolnost proti postříkání, štít, ochrana proti mlžení</li> </ul> 

#### 1.1.4 Operační čepice

Neméně důležitou součástí operačního kompletu u personálu je i pokrývka hlavy čili operační čepice. Zajišťuje ochranu pokožky hlavy a vlasů před kontaminací kapalinou a bakteriemi, a to jak ze strany pacienta, tak i operačního týmu [23]. Umožňuje vykonávat operační zákrok s největším komfortem díky jemné netkané textilií s dobrou propustností vodních par, aby mohla pokožka hlavy bez problému dýchat. Operační čepice se

vyrábí jak z jednorázového, tak z opakovaně použitelného materiálu. Pokrývka bývá upevněna vzadu na tkanici, nebo má po obvodu gumičku. Na trhu se vyskytuje velké množství operačních čepic (tab. 1.1.4.1) dle druhu vykonávaného zákroku [17, 23].

Tab. 1.1.4.1 Druhy operačních čepic [23]

<b>FIRMA HARTMANN – RICO a.s.</b>	
<b>Universal</b> - základní typ operační čepice 	<b>Form Plus</b> - operační čepice s potítkem, gumička v rozšířené zadní části (delší vlasy) 
<b>Rondo Plus</b> - okrouhlá operační čepice s potítkem (kratší vlasy) 	<b>Apart</b> - tzv. sesterský šátek 
<b>Bandana</b> - tzv. pirátský šátek 	<b>Astro Plus</b> - operační kukla s potítkem 

### 1.1.5 Operační rukavice

Jednorázové operační rukavice byly na operačním sále použity poprvé v r. 1950. Od té doby se mnohé změnilo, ať už z materiálového, alergenního či jiného hlediska. Operační rukavice jsou určeny k větší kvalitě ochrany rukou operačního týmu. Musí být poho-

dlné, mít velice hladký povrch a jejich snadnost oblékání i při vlhkých rukách je též důležitou a velmi podstatnou vlastností [24].

Standardní operační rukavice jsou vhodné pro každý typ zákroku. Ochranné rukavice (obr. 1.1.5.1) se dnes vyrábí většinou z latexu, avšak existují i speciální druhy. Jsou to například rukavice vyráběné z polychloroprenu nebo polyisoprenu bez pudru, které jsou odolné vůči cementu, mimořádně tenké rukavice hnědé barvy, které minimalizují odlesky a jsou vhodné zejména pro mikrochirurgii nebo speciální rukavice, které mají stínící účinek proti rozptýlenému rentgenovému záření [25].






Obr. 1.1.5.1 Operační rukavice firmy Kimberly – Clark [26]

Všechny druhy operačních rukavic musí být tzv. druhou kůží lékařů. Na citlivosti rukou, přesněji konečcích prstů, totiž mnohokrát záleží život pacienta [24].

### **1.1.6 Návleky na obuv**

Návleky na obuv jsou nedílnou součástí operačního týmu. Chrání personál před kontaminací bakteriemi z obuvi. Návleky jsou vyráběny z prodyšné netkané textilie v několika druzích (tab. 1.1.6.1). Každý druh je vybaven protiskluzovou podrážkou. Místo jednorázových návleků se mnohdy používá i antistatická obuv, která je omyvatelná dezinfekčními roztoky a prátelná na 60 °C [27, 28].

Tab. 1.1.6.1 Druhy návleků na obuv [27]

<b>FIRMA KIMBERLY – CLARK</b>	
<b>Kotníkový návlek</b> - při očekávání mírného znečištění, které stříká na boty 	<b>Podkolenky</b> - pokrytí bot a dolních končetin, silné znečištění kapalinou 
<b>Gumové galoše</b> - ochrana bot, různé druhy ochrany: základní, Heavy-Duty, X-tra Traction 	

## 1.2 Přehled firem

Na českém i zahraničním trhu se objevuje mnoho firem, které zmíněné ochranné prostředky na operační sály vyrábí a následně distribuují do nemocnic. Tyto firmy operační výrobky často nabízejí jak jednotlivě, tak balené do požadovaných setů dle potřeb a požadavků zdravotnických zařízení [29].

Firma *Kurýr – Miroslav Jarkovský* se specializuje na výrobu a prodej zdravotnického ošacení a obuvi. Vznikla v r. 1993 ze státního podniku Řempe Pardubice z provozovny Kurýr, která se nacházela v Třebelčovicích pod Orebem a jež se zabývala tímto sortimentem od r. 1973. Kurýr vyrábí ošacení z opakovatelně použitelného materiálu, a to ze 100% bavlny. Firma má odběratele v nemocnicích, psychiatrických léčebnách, domovech důchodců i ve školách a penzionech po celé České republice. Dodávané výrobky jako jsou ručníky, pleny, operační prádlo, operační roušky, oděvy pro zdravotníctví, ložní prádlo, dětské prádlo atd. jsou certifikovány TZÚ Brno – Prádlo pro zdravotníctví [30]. Více informací o firmě Kurýr – Miroslav Jarkovský viz [30].

Firma *Panep s.r.o.* byla založena v r. 1991 jako soukromá společnost se sídlem v Rosicích u Brna. Zabývá se výrobou a distribucí zdravotnického jednorázového mate-

riálu v České a Slovenské republice, rovněž se však prosazuje na trzích Evropské unie [31]. Její katalog nabízí široký sortiment výrobků, jako jsou např. výrobky pro ošetření ran, obinadla, jednorázové oděvy používané na operačních sálech, speciální Panep sety, které jsou určeny pro jednotlivé zdravotnické obory atd. Všechny výrobky jsou certifikovány CE značkou a požadavky normy ČSN EN 13795-1, 2, 3 splnily v r. 2007. V témže roce vznikla spolupráce mezi Panep a americkou firmou Du Pont [29, 31]. Podrobnější informace o firmě Panep s.r.o. viz [31].

Firma *Lohmann & Rauscher* vznikla v r. 1999 spojením dvou firem a to firmy Lohmann Medical, která byla založena r. 1851, a firmy Rauscher, jejíž historie sahá do r. 1899. Tento podnik sídlí ve Slavkově u Brna, kde má i dceřinou společnost, avšak její pobočky se nacházejí na dalších 12 místech světa. Firma Lohmann & Rauscher se zabývá výrobou a distribucí jednorázového materiálu, jako jsou např. výrobky k ošetření ran, obvazy, obinadla, bandáže, operační sety, hygienické výrobky, první pomoc atd. [32]. Více o této firmě viz [32].

Firma *Hartmann – Rico a.s.* byla založena v prosinci r. 1991 ve Veverské Bítýšce, kdy do tehdejšího podniku Rico vstoupil přední světový výrobce zdravotnických a hygienických prostředků Paul Hartmann. Historie značky Rico však sahá až do r. 1891, kdy byla společnost založena v Chomutově pod názvem Richter & Compagnon [33]. Nyní je Hartmann - Rico a.s. jednou z nejvýznamnějších společností v České republice, která vyrábí a distribuuje zdravotnické a hygienické prostředky s velmi rozšířenou nabídkou produktů [34]. Více informací o firmě Hartmann – Rico a.s., nabízeném sortimentu či o samotné skupině Hartmann viz [33, 34].

Historie firmy *Kimberly – Clark s.r.o.* se začíná psát již v r. 1872, kdy ji založili pánové John A. Kimberly, Charles Clark, Havilah Babcock a Frank Shattuck v městě Neenah nacházejícím se ve Spojených státech ve Wisconsinu. Nyní má firma pobočky v 35 zemích po celém světě a její produkty světových značek, jako jsou např. Kleenex, Scott, Huggies, Kotex a mnohé další, se prodávají ve více než 150 zemích [35, 36]. Značka Kimberly – Clark Health Care se zabývá výrobou a inovacemi produktů potřebných ve zdravotnictví, jako jsou např. ochranné oděvy, ochrany obličeje, lékařské rukavice, ale i endotracheální trubice a mnohé další [26, 27, 37]. Více o Kimberly – Clark a široké škále nabízených produktů viz [35].

### 1.2.1 Cenová relace

Téměř všechny zmíněné a mnohé další firmy vyskytující se na českém i zahraničním trhu ceny svých výrobků neuvádějí a ani na požádání neposkytují. S největší pravděpodobností je toto jednání marketingovým tahem, kdy jsou ceny výrobků poskytovány pouze nemocnicím, se kterými daná firma jedná a obchoduje.

Ceny produktů zde uvedené (tab. 1.2.1.1) jsou proto získány z internetového obchodu zdravotnických prostředků Zelená hvězda, nikoli od konkrétní firmy – pouze v případě firmy Kurýr, která cenu výrobků uvádí [17, 38]. Z této informace vyplývá, že ceny uváděné zde se mohou lišit od cen, za které operační pomůcky nakupují přímo zdravotnická zařízení.

Tab. 1.2.1.1 Ceny jednorázových a opakovaně použitelných ochranných zdravotnických prostředků užívaných na operačním sále [17, 38]

<b>CENA S DPH [Kč/ks]</b>	<b>JEDNORÁZOVÝ MATERIÁL</b>			<b>OPAKOVANĚ POUŽITELNÝ MATERIÁL</b>	
<b>FIRMA</b>	<b>Hartmann – Rico a.s.</b>	<b>Medica Filter</b>	<b>Lohmann &amp; Rauscher</b>	<b>Medica Filter</b>	<b>Kurýr</b>
<b>Operační halena</b>	x	45,36	x	266,40	146
<b>Operační kalhoty</b>	x	68,88	x	216,00	162
<b>Operační plášť</b>	61,78	36,96	x	306,90	247 – 257
<b>Operační ústenka</b>	x	x	2,8876	x	32 – 99
<b>Operační čepice</b>	x	x	7,623	x	30
<b>Operační rukavice</b>	x	x	10,0716	x	x
<b>Návleky na obuv</b>	x	x	4,88268	x	x

## **2. REŠERŠE PŘEDPISŮ A POŽADAVKŮ**

Ministerstvo zdravotnictví je úřední orgán státní správy, který má v popisu své práce zabývat se zdravotní péčí, ochranou veřejného zdraví, zdravotnickou vědeckovýzkumnou činností, prostředky zdravotnické techniky pro prevenci, diagnostiku a léčení lidí a dalšími činnostmi, které přispívají k úspěšnému chodu nemocnic a ochraně zdraví obyvatelstva. Právní předpisy tohoto ministerstva se vztahují na zdravotní péči, zdravotnická zařízení, pracovníky ve zdravotnictví, zdravotní pojištění, ochranu veřejného zdraví, návykové látky, lázeňství, statistiku a další. V oblasti zdravotní péče se nacházejí právní předpisy, které se týkají zdravotnických prostředků. Těmi se budou zabývat následující podkapitoly [39, 40].

### **2.1 Právní předpisy zdravotnických prostředků**

V § 2 zákona č. 123/2000 Sb. o zdravotnických prostředcích je zdravotnický prostředek definován jako nástroj, přístroj, pomůcka, zařízení, materiál nebo jiný předmět anebo výrobek používaný samostatně nebo v kombinaci, včetně potřebného programového vybavení, který je výrobcem nebo dovozcem určen u člověka pro různé účely použití jako jsou např. diagnózy, léčby, vyšetřování, kontroly početí atd. Za zdravotnický prostředek může být zároveň považován i výrobek určený k podání léčiva, prostředek zhotovený dle lékařského předpisu, prostředek, jehož činnost je závislá na zdroji elektrické či jiné energie aj. [41]. Všechny tyto prostředky musí být dle níže předložených právních předpisů vyráběny, kontrolovány, uváděny na trh a v neposlední řadě používány a likvidovány.

#### **2.1.1 Evropská unie**

Výchozím bodem a zároveň cílem Evropské unie je sdílení politické odpovědnosti. Jádro celé této instituce je tvořeno Evropskou komisí, která navrhuje, Radou Evropské unie, která společně s Evropským parlamentem schvaluje potřebné dokumenty. Další významnou institucí je Soudní dvůr, který řeší spory a vykládá platné unijní právo. V r.



1974 byla ustavena Evropská rada, která je dnes hlavním orgánem určujícím celkovou strategii Evropské unie [42].

Evropská unie se snaží vytvořit jednotný evropský trh s léčivy již od r. 1985 a stále vydává prováděcí předpisy týkající se zdravotnických prostředků [43, 44]. V této oblasti zdravotnictví se jedná zejména o *Směrnice Rady 93/42/EHS*, která spatřila světlo světa 14. června 1993 a pojednává právě o zdravotnických prostředcích a jejich příslušenství. 93/42/EHS obsahuje potřebné definice a oblasti jejich působnosti, informace o uvádění zdravotnických prostředků na trh či do samotného provozu a také informace o nežádoucích příhodách s uváděním na trh spojené. V neposlední řadě spolu s mnoha dalšími údaji směrnice Rady 93/42/EHS oznamuje, jak správně klasifikovat zdravotnické prostředky, poskytuje správné postupy posouzení shody a také uvádí, která odpovědná osoba musí být registrována za uvádění prostředků na trh a ve kterých státech registrace probíhá [44, 45]. Více informací o dalších právních předpisech Evropské unie, které se týkají zdravotnických prostředků, nabízí příloha I, tab. PI.1.

### 2.1.2 Česká republika

V České republice je mnoho právních předpisů, tedy zákonů, nařízení vlády a vyhlášek Ministerstva zdravotnictví, které stanovují vlastnosti a požadavky na zdravotnické prostředky.

Velmi důležitou roli nejen v oblasti zdravotnických prostředků hraje zákon č. 22/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon obsahuje různá ustanovení a vymezuje technické předpisy, normy a povinnosti výrobců, dovozců i distributorů. V další části se zákon č. 22/1997 Sb. zabývá státním zkušebnictvím, které se zaměřuje např. na certifikaci, autorizaci či posuzování shody výrobků. Nedílnou součástí jsou mimo jiné i společná a přechodná ustanovení a závěrečná ustanovení. Přímo zdravotnických prostředků se týká nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se blíže zabývá následující podkapitola [46, 47]. Další zákony, nařízení vlády a vyhlášky Ministerstva zdravotnictví České republiky, které se vztahují na zdravotnické prostředky, jsou uvedeny v příloze I, tab. PI.2, PI.3 a PI.4.

### **2.1.2.1 Nařízení vlády č. 336/2004 Sb.**

2. června 2004 vzniklo nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky. Nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství. Aplikuje tedy směrnici Rady 93/42/EHS o zdravotnických prostředcích do českého právního systému [46]. Zároveň upravuje technické požadavky na zdravotnické prostředky a podrobné specifikace v oblasti přenosných spongiformních encefalopatií, neboli vzácných zánětlivých onemocnění kůže lidí způsobené nahromaděním odolného proteinu [46, 48].

#### **2.1.2.1.1 Zásady a požadavky**

Dle nařízení vlády č. 336/2004 Sb. se zdravotnické prostředky začleňují do tříd I, IIa, IIb a III podle rizika použití pro uživatele. Operační pláště, kterými se blíže zabývá experimentální část, se řadí do nejnižší rizikové třídy, tedy I. Více informací o třídách zdravotnických prostředků viz [46] příloha 9.

U zdravotnických prostředků je důležitým faktorem dodržení několika požadavků jak všeobecných, tak i požadavků na jejich návrh a konstrukci. Jedním ze všeobecných požadavků pro zdravotnické prostředky je navržení a výroba výrobku tak, aby za stanovených podmínek použití a při jeho samotném užití neohrozily klinický stav nebo bezpečnost pacientů ani personálu. Tato ochrana zahrnuje snížení rizika chyby při používání prostředku a zvážení technických znalostí, zkušeností či proškolení pro činnost, pro kterou je zdravotnický prostředek určen. Neméně důležitým požadavkem je také způsob řešení návrhu a konstrukce zdravotnických prostředků, které si výrobce volí na úrovni současné vědy a techniky v souladu se zásadami bezpečnosti. Dále nesmí dojít při používání zdravotnických prostředků po dobu jejich životnosti k nepříznivému ovlivnění jejich charakteristik, díky nimž by mohlo nastat ohrožení klinického stavu pacienta či jiných osob. Zdravotnické prostředky musí být navrženy, vyrobeny a zabaleny tak, aby po dobu jejich skladování v podmínkách stanovených výrobcem a při přepravě nemohly být nepříznivě ovlivněny jejich vlastnosti a účinnost. Vedlejší účinky těchto prostředků musí představovat pouze přijatelné riziko ve srovnání s jejich předpokládanými účinky.

Každý zdravotnický prostředek musí obsahovat údaje pro jeho bezpečné a správné použití umístěné na etiketě či štítku a v návodu k jeho použití, který nemusí být přiložen u zdravotnických prostředků třídy I nebo IIa v případě, že pro jeho bezpečné používání není nutné dalších informací. Etiketa musí obsahovat zejména tyto informace: jméno výrobce a adresu jeho podnikání, název a adresu firmy, podrobné údaje o obsahu balení, dle potřeby nápis „sterilní“ a číslo výrobní šarže, rok a měsíc spotřeby prostředku, zvláštní podmínky skladování, výstrahy, a pakliže je to potřeba, musí prostředek obsahovat informaci o tom, že je výrobek na jedno použití, atd.

Velmi důležitou součástí zdravotnických prostředků je jejich označení [46]. Každý výrobek, který není zakázkový či určený pro klinické zkoušky, musí splňovat potřebné požadavky a bezpodmínečně musí být opatřen označením CE (Communaute Européenne), které vyjadřuje splnění evropský technický standard nazývaný harmonizovaná evropská norma [46, 49].

Zdravotnický prostředek musí vyhovovat potřebným již zmiňovaným požadavkům a také požadavkům, které se vztahují na konkrétní prostředek. Tyto základní požadavky se považují za splněné v případě, že je zdravotnický prostředek v souladu s požadavky harmonizovaných norem vztahujících se k danému prostředku. Omezení, odmítnutí či dokonce stažení výrobku z trhu musí být podloženo konkrétními důvody [46].

#### **2.1.2.1.2 Posouzení shody**

Posouzením shody se rozumí shoda výrobku s požadavky českých technických předpisů. Posouzení nejen pro zdravotnictví upravuje zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů [50]. Dle nařízení vlády č. 336/2004 Sb. je posuzování shody prováděno výrobcem nebo jeho zplnomocněným zástupcem. Toto nařízení obsahuje 6 postupů posouzení shody, které jsou uvedeny v přílohách 2 – 7. Podle nařízení vlády č. 336/2004 Sb. § 9 odstavce 4 je způsob posouzení shody operačních plášťů, které jsou používány v experimentální části, prováděn dle přílohy č. 7 – ES prohlášení o shodě.

Dle přílohy č. 7 nařízení vlády č. 336/2004 Sb. musí výrobce v ES prohlášení o shodě vypracovat dokumentaci, která bude obsahovat vlastní technickou dokumentaci výrobku, ve které se bude nacházet celkový popis a použití zdravotnického prostředku se zařazením do rizikové třídy, jeho složení, konstrukční výkresy, výrobní technologie a

schémata, materiálové listy, vlastnosti, účel použití, biokompatibilita čili snášenlivost látek v biologickém prostředí, balení, značení a použitelnost. Dále musí být v dokumentaci seznam základních požadavků a seznam harmonizovaných norem, výsledky analýzy rizik, klinické hodnocení, kopie pokynů, popis metod sterilizace výrobku, výsledky konstrukčních výpočtů a v neposlední řadě etiketa a návod k použití výrobku v českém jazyce. Výrobce je taktéž povinen zavést a aktualizovat postup vyhodnocování zkušeností získaných s vyrobenými zdravotnickými prostředky, postup vyhodnocení výrobku v poprodejní fázi a systém hlášení nežádoucích příhod, které jsou spojeny s používáním zdravotnického prostředku. Tuto dokumentaci musí výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce uchovávat pro potřebu příslušných orgánů státní správy nejméně po dobu 5 let [46].

#### **2.1.2.2 Povinnost výrobce při uvedení výrobku na trh**

Uvedení výrobku na trh se rozumí okamžik, kdy je poprvé výrobek úplatně či neúplatně nabídnut na trhu Evropského společenství za účelem distribuce nebo používání nebo kdy jsou k němu poprvé převedena vlastnická práva. Výrobce se dle zákona č. 22/1997 Sb. rozumí osoba vyrábějící či navrhující výrobek, nebo osoba, která sestavuje, balí, zpracovává a označuje výrobek, za který odpovídá a hodlá jej uvést na trh pod svým jménem [47].

Před uvedením zdravotnického výrobku na trh musí výrobce splnit několik požadavků:

- zjistit, do které působnosti zákona patří,
- zjistit potřebné nařízení vlády,
- zvolit daný typ posouzení shody,
- provést vybraný druh posouzení shody,
- zajistit technickou dokumentaci k posouzení shody,
- označit výrobek požadovaným způsobem,
- vydat ES prohlášení o shodě,
- označit výrobek označením CE [46, 47].

## **2.2 Požadavky pro textilní materiály**

Česká technická norma (označení ČSN) je dokument, který je schválen pověřenou právníkou osobou pro opakované nebo stálé použití a poskytující pravidla, směrnice nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků. Harmonizovanou českou technickou normou se stává v okamžiku, kdy přejímá v plné míře požadavky stanovené evropskou normou nebo harmonizačním dokumentem. Tyto dokumenty musí být uznány orgány Evropského společenství [47].

Do roku 2002 neexistovaly potřebné normy, které by určovaly skutečné požadavky na zdravotnické prostředky typu operační oděv, v tomto případě konkrétně operační pláště, kterými se blíže zabývá experimentální část. Tyto technické požadavky prostředků používaných na operačních sálech shrnuje a přináší skupina norem ČSN EN 13795, která je harmonizovaná k nařízení vlády č. 336/2004 Sb. V souladu s pravidly Evropského společenství jsou tyto normy převzaty do českých technických norem. Po zkompletování a vydání všech třech částí normy ČSN EN 13795 se stalo povinností zdravotnických zařízení aktualizovat svá pravidla tak, aby bylo zajištěno splnění všech požadavků, které norma udává [51].

### **2.2.1 Norma pro textilní zdravotnické prostředky na operačních sálech**

Celkový komplet tří částí normy ČSN EN 13795 nám udává základní normy pro textilní zdravotnické prostředky používané na operačních sálech, tj. operační roušky, masky, pláště a operační oděvy do čistých prostor [7, 18, 51, 52]. Tyto normy uvádějí požadavky na platné výrobní a zpracovatelské postupy. Taktéž jsou jejich obsahem konkrétní požadavky na informace poskytované výrobcem i zpracovatelem, což je důležité zejména u opakovatelně použitelných prostředků při komunikaci mezi výrobcem, zdravotnickým zařízením a poskytovatelem údržby, tedy prádelnou [51].

#### **2.2.1.1 Požadavky na výrobce, zpracovatele a výrobky**

ČSN EN 13795-1 je norma určená pro operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor, používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál

a zařízení. Tato první část normy ČSN EN 13795 se zaměřuje na všeobecné požadavky na výrobce, zpracovatele a výrobky.

Norma specifikuje informace, které mají být poskytnuty uživatelům a zkušebním pracovníkům, a je všeobecným vodítkem ohledně vlastností jednorázových i opakovaně používaných zdravotnických prostředků. V normě jsou k nalezení termíny a definice potřebné pro tuto normu, informace poskytované výrobcem nebo zpracovatelem a také požadavky na výrobu, zpracování a testování.

Obsahem této normy jsou také vlastnosti, které je třeba hodnotit u operačních plášťů, operačních roušek a operačních oděvů do čistých prostor. U operačních plášťů jsou těmito důležitými vlastnostmi odolnost proti mikrobiální penetraci – za sucha, odolnost proti mikrobiální penetraci – za mokra, čistota – mikrobiální, čistota - nepřítomnost partikulárního materiálu, třepivost, odolnost proti pronikání kapalin, pevnost v protržení – za sucha, pevnost v protržení – za mokra, pevnost v tahu – za sucha a pevnost v tahu – za mokra [7].

### **2.2.1.2 Zkušební metody**

Norma ČSN EN 13795-2 je určena pro operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor, používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení. Zaměřuje se na zkušební metody.

Specifikuje zkušební metody pro hodnocení charakteristik prostředků. Norma obsahuje citované normativní dokumenty, termíny a definice potřebné pro porozumění normě, zkušební požadavky a také potřebné normy ke zkušebním metodám pro hodnocení mikrobiální čistoty, čistoty – nepřítomnosti částic, uvolňování částic, odolnosti proti pronikání vody, pevnosti v protržení za sucha a za mokra, regulace pronikání kapaliny a hodnocení odolnosti proti pronikání mikrobů za sucha a za mokra [52].

### **2.2.1.3 Požadavky na provedení a úrovně provedení**

ČSN EN 13795-3 je norma určená pro operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor, používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení. Zaměřuje se na požadavky na provedení a úrovně provedení.

Norma specifikuje požadavky na provedení zdravotnických prostředků. K nalezení jsou citované normativní dokumenty, potřebné termíny a definice, a zejména požadavky na provedení pro operační pláště (tab. 2.2.1.3.1), operační roušky (příloha II, tab. PII.1) a také pro operační oděvy do čistých prostor (příloha II, tab. PII.2) [18].

Tab. 2.2.1.3.1 Požadavky na provedení pro operační pláště [18]

Charakteristika	Jednotka	Požadavek			
		Běžné provedení		Nadstandardní provedení	
		Kritická oblast výrobku	Méně kritická oblast výrobku	Kritická oblast výrobku	Méně kritická oblast výrobku
Odolnost proti mikrobiální penetraci za sucha	lg (CFU)	NV	$\leq 2^{a, c}$	NV	$\leq 2^{a, c}$
Odolnost proti mikrobiální penetraci za mokra	I <sub>B</sub>	$\geq 2,8^b$	NV	6,0 <sup>b, d</sup>	NV
Čistota - mikrobiální	lg (CFU/dm <sup>2</sup> )	$\leq 2^c$	$\leq 2^c$	$\leq 2^c$	$\leq 2^c$
Čistota – nepřítomnost partikulárního materiálu	IPM	$\leq 3,5$	$\leq 3,5$	$\leq 3,5$	$\leq 3,5$
Třepivost	lg (poč. vláken)	$\leq 4,0$	$\leq 4,0$	$\leq 4,0$	$\leq 4,0$
Odolnost proti penetraci kapalin	cm H <sub>2</sub> O	$\geq 20$	$\geq 10$	$\geq 100$	$\geq 10$
Pevnost v protržení – za sucha	kPa	$\geq 40$	$\geq 40$	$\geq 40$	$\geq 40$
Pevnost v protržení – za mokra	kPa	$\geq 40$	NV	$\geq 40$	NV
Pevnost v tahu – za sucha	N	$\geq 20$	$\geq 20$	$\geq 20$	$\geq 20$
Pevnost v tahu – za mokra	N	$\geq 20$	NV	$\geq 20$	NV
NV = není vyžadováno a Zkušební podmínky: provokační koncentrace 10 <sup>8</sup> CFU/g mastku a 30 minut doba vibrace. b Nejmenší významná odchylka (LSD) pro I <sub>B</sub> při stanovení podle EN ISO 22610, byla zjištěna 0,98 při 95% konfidenční úrovni. Toto je minimální odchylka, která je potřebná pro rozlišení mezi dvěma materiály, pokládávanými za odlišné. Z tohoto důvodu materiály, které se odlišují až do 0,98 I <sub>B</sub> , nejsou pravděpodobně odlišné. (95% úroveň konfidence znamená, že pozorovatel bude mít správný závěr při přijetí této alternativy 19krát ze 20 případů). c Pro účely této normy, lg CFU $\leq 2$ znamená maximum 300 CFU. d I <sub>B</sub> = 6,0 pro účely této normy znamená: žádná penetrace. I <sub>B</sub> = 6,0 je maximální dosažitelná hodnota.					

### **3. METODY HODNOCENÍ UŽITNÝCH VLASTNOSTÍ**

Užitné vlastnosti jsou vlastnosti, na které je kladen důraz během užívání oděvu z hlediska spotřebitele, tedy ze strany zdravotnického personálu [53]. Tyto vlastnosti musí plnit všechny funkce oděvu, kterými jsou ve zdravotnictví zejména ochrana před choroboplodnými zárodky. Také musí mít operační tým, který se na sálech vyskytuje mnohokrát i několik hodin v kuse, zabezpečený komfort a pohodlí, které bezpochyby ovlivňují psychiku samotného operátora [1, 53]. Mezi užitné vlastnosti, na které je brán zřetel u zdravotnických prostředků užívaných na operačním sále, se řadí trvanlivost, fyziologické vlastnosti, speciální vlastnosti jako např. antibakteriálnost a u opakovaně použitelných materiálů také možnost údržby. Na první příčky žebříčku důležitosti se neřadí estetické vlastnosti.

#### **3.1 Trvanlivost**

Každý oděv na operačním sále musí být trvanlivý, musí tedy odolávat poškození a opotřebení. Tyto výrobky jsou během výkonu ohýbány, stlačovány, působí na ně pot a další faktory. Díky tomu se z textilie uvolňují jednotlivá vlákna, a tím dochází k jejímu ztenčení. Na trvanlivost opakovaně použitelných zdravotnických prostředků však musí být brán větší zřetel než na trvanlivost jednorázových oděvů, poněvadž se po jejich použití nelikvidují jako jednorázové, ale musí za svou životnost podstoupit mnoho pracích cyklů a stále se vrací do oběhu. Odolávat poškození a opotřebení musí ale všechny zdravotnické oděvy, jednorázových nevyjímaje, aby nedocházelo k nakažení personálu patogeny [1, 53].

##### **3.1.1 Pevnost**

Pevnost, tedy maximální síla do přetrhu, se u operačních zdravotnických prostředků dle normy ČSN EN 13795 určuje dvěma způsoby. Těmi jsou pevnost v protržení a pevnost v tahu, kterými se podrobněji zabývají následující podkapitoly [18].



### **3.1.1.1 Pevnost v protržení**

ČSN EN ISO 13938-1 je norma určená k hodnocení pevnosti v protržení za sucha a za mokra, přičemž příprava vzorků pro zkoušení za mokra je prováděna dle normy ČSN EN ISO 29073-3: Textilie: Zkušební metody pro netkané textilie – Část 3: Zjišťování pevnosti v tahu a tažnosti.

Norma ČSN EN ISO 13938-1 popisuje hydraulickou metodu pro zjišťování pevnosti v protržení, kde se aplikuje hydraulický tlak s použitím konstantní rychlosti čerpání kapaliny. Je vhodná zejména pro pleteniny a netkané textilie, může být však použita i pro textilie vyrobené jinými technikami. Výsledkem této zkoušky je tlak v kPa, který je nutný k protržení textilie [54].

### **3.1.1.2 Pevnost v tahu**

Norma ČSN EN ISO 29073-3 je určená pro hodnocení pevnosti v tahu za sucha a za mokra pro netkané textilie. Vzorky jsou stříhány jak v příčném, tak i podélném směru, následně upínány do svorek s čelistmi a trhány na trhacím přístroji. Výsledkem této zkoušky je průměrná pevnost textilie při přetrhu v N a průměrná hodnota relativního prodloužení v %, tzv. tažnost [55].

### **3.1.2 Odolnost v oděru**

Odolnost v oděru je zkouška, při které je napodobováno namáhání čili odírání oděvu při praktickém používání. Tato zkouška se realizuje odíráním textilie o textilií, textilie o hladký pevný povrch či odíráním textilie o drsný pevný povrch [56]. Odírat lze na rotačním odírači v případě oděru v ploše dle normy ČSN 800816 či na komorovém vrtulkovém odírači podle normy ČSN 80 0833, kde se opotřebovávají textilie v nahodilém směru. Také lze odírat textilie v hraně [56, 57].

Odolnost proti oděru může být hodnocena dvěma různými způsoby. Prvním je odírání do porušení textilie, čímž je rozuměno prodření prvního vazného bodu. Ukazatelem odolnosti v oděru je v tomto případě počet otáček, při nichž k prodření materiálu došlo. Druhým způsobem hodnocení je odírání do stanoveného konstantního počtu otá-

ček, přičemž ukazatelem odolnosti je určení úbytku hmotnosti vzorku  $U$  [%]. Tento způsob je důležitý zejména z hlediska hodnocení uvolňování vláken.

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 10^2 \quad [\%], \quad (1) \quad [56]$$

kde  $m_1$ ... je hmotnost vzorku před oděrem [kg],  
 $m_2$ ... je hmotnost odřené vzorku [kg] [56].

## 3.2 Fyziologické vlastnosti - komfort

Fyziologickými vlastnostmi se rozumí propustnost médií jako vzduchu, vodních par, tepla a vody přes vrstvu textilie. Tyto vlastnosti bezpochyby souvisí s komfortem, čili stavem organismu, kdy jsou fyziologické funkce lidského organismu v optimu. Pro komfort člověka je velmi důležitá soustava organismus – oděv – prostředí, přičemž tato soustava musí být vzájemně v souladu [57]. Pro zdravotnické prostředky používané operačním týmem jsou velmi důležitými vlastnostmi propustnost vzduchu, vodních par i tepla právě proto, aby se lidé v oděvu, ve kterém se pohybují na operačních sálech, cítili komfortně a byli schopni plně se soustředit na velmi často i životně důležitý zákrok.

### 3.2.1 Propustnost vodních par

Propustnost vodních par je schopnost neklást odpor a zároveň umožnit prostup vodních par, což je velmi důležitým požadavkem pro operační oděvy z hlediska komfortu operačního týmu. Je zde nutný tzv. tlakový spád, tedy rozdíl tlaků na obou stranách textilie. Propustnost vodních par je závislá na druhu materiálu, struktuře textilie, ale také na mikroklimatu či tlaku.

Paropropustnost můžeme hodnotit vážením, kdy vodní páry prochází vzorkem a jsou absorbovány vysoušedlem. U této metody se stanovuje přírůstek hmotnosti vysoušedla. Zjišťovanou veličinou je relativní propustnost vodních par  $p_x$  [%], kterou nám udává poměr přírůstku hmotnosti vysoušedla ve zkušební misce s textilií a přírůstek hmotnosti vysoušedla ve zkušební misce bez textilie. ČSN 80 0855: Zjišťování relativní propustnosti vodních par plošnou textilií, je potřebná norma pro určování propustnosti vodních par touto metodou.

Další způsob hodnocení propustnosti vodních par je metoda měření změny tepelného toku. Vhodným přístrojem pro měření propustnosti vodních par je např. PERMETEST, který je schopen stanovit dle interní normy č. 23-304-01/01 nenormalizovaný parametr relativní paropropustnosti  $p$  [%], výparný odpor  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ] a také tepelný odpor  $R_{ct}$  [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]. Měření relativní propustnosti vodních par pomocí PERMETESTU je blíže popsáno v experimentální části.

Další přístroje, které jsou vhodné pro měření propustnosti vodních par dle normy ČSN EN 31092: Textilie – Zjišťování fyziologických vlastností – měření tepelné odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou), jsou např. PSM 2 – SKIN MODEL či SWEATING GUARDED HOTPLATE SYSTEM. Pomocí této normy lze stanovit tepelnou odolnost  $R_{ct}$  [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ], odolnost vůči vodním parám  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ], index propustnosti vodních par  $i_{mt}$  [-] či propustnost vodních par  $W_d$  [ $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot Pa^{-1}$ ] [58, 59].

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a) \cdot A}{H - \Delta H_c} - R_{ct0} \quad [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}] \quad (2) \quad [60]$$

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a) \cdot A}{H - \Delta H_e} - R_{et0} \quad [m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}] \quad (3) \quad [60]$$

$$i_{mt} = S \cdot \frac{R_{ct}}{R_{et}} \quad [-] \quad (4) \quad [60]$$

$$W_d = \frac{1}{R_{et} \cdot \Phi T_m} \quad [g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot Pa^{-1}] \quad (5) \quad [60]$$

kde  $T_m$ ... je teplota měřicí jednotky [ $^{\circ}C$ ],

$T_a$ ... je teplota vzduchu ve zkušebním prostoru [ $^{\circ}C$ ],

$p_m$ ... je nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí jednotky při teplotě  $T_m$  [Pa],

$p_a$ ... je parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě  $T_a$  [Pa],

$A$ ... je plocha měřicí jednotky [ $m^2$ ],

$H$ ... je výhřevnost dodávaná měřicí jednotce [W],

$\Delta H_c$ ... je korekce pro výhřevnost při měření tepelné odolnosti  $R_{ct}$ ,

$\Delta H_e$ ... je korekce pro výhřevnost při měření odolnosti vůči vodním parám  $R_{et}$ ,

$R_{ct0}$ ... je konstanta přístroje pro měření tepelné odolnosti  $R_{ct}$  [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ],

$R_{et0}$ ... je konstanta přístroje pro měření tepelné odolnosti vůči vodním parám  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ],

$$S_{...} = 60 \text{ Pa.K}^{-1},$$

$\Phi T_{m...}$  je latentní teplo odpařování vody při teplotě  $T_m$  [W.h.g<sup>-1</sup>] [60].

### 3.2.2 Propustnost vzduchu

Propustnost vzduchu neboli prodyšnost  $R$  [m.s<sup>-1</sup>] je prostup vzduchu plošnou textilií kolmo na danou plochu materiálu za stanovený čas při určitém tlakovém spádu za stanovených podmínek [58, 59]. Propustnost vzduchu daného materiálu závisí na jeho tloušťce, objemové hmotnosti, vlhkosti, počtu vrstev a také na povrchové úpravě.

$$R = \frac{\overline{q_v}}{A} \cdot 10^{-2} \quad [\text{m.s}^{-1}], \quad (6) \quad [59]$$

kde  $\overline{q_v}$  ... je aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu [ml.s<sup>-1</sup>]

$A$  ... je zkoušená plocha textilie [cm<sup>2</sup>]

$10^{-2}$ .. je koeficient přepočtu z [ml.s<sup>-1</sup>.cm<sup>-2</sup>] na [m.s<sup>-1</sup>] [59].

Přístroje pro měření prodyšnosti, jako jsou např. SDL M 021 S, ke kterému se vztahuje norma ČSN EN ISO 9237, TEXTTEST FX 3300 (obr. 3.2.1.1) nebo METEFEM FF-12/A pracují zpravidla na principu nasávání vzduchu a měření jeho rychlosti kolmo na zkoušený vzorek plošné textilie při stanoveném tlakovém spádu [59, 61].



Obr. 3.2.1.1 Přístroj pro měření prodyšnosti TEXTTEST FX 3300 [61]

Propustnost vzduchu je důležitá vlastnost jak u oděvů a plášťů používaných na operačních sálech, tak zejména u operačních roušek, aby se personál cítil pohodlně.

### **3.2.3 Propustnost tepla**

Propustnost tepla je definována jako množství tepla šířící se v jednom směru, které projde plošnou textilií při určitém tepelném spádu čili gradientu teploty, který určuje rychlost prostupu tepla [57, 59]. Předpokladem jsou rozdílné teploty na obou stranách textilie. Propustnost tepla je závislá na druhu materiálu, na struktuře textilie a také na velikosti vzduchového prostoru mezi pokožkou a oděvem či mezi dvěma nebo více vrstvami oděvů.

Vhodným přístrojem pro měření propustnosti tepla je např. ALAMBETA, ke které se vztahuje interní norma č. 23-304-02/01. Postup této zkoušky uskutečněné dle uvedené normy je blíže popsán v experimentální části. Dalšími přístroji jsou PSM 2 – SKIN MODEL či SDL M259 – TOGMETER, které se řídí normou ISO 5085: Textiles – Determination of thermal resistance. Tato norma se dělí na dvě části zabývající se nízkým a vysokým tepelným odporem. Pomocí ní lze stanovit parametry, jako jsou tepelná odolnost  $R$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ] a tepelná vodivost  $k$  [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]. Princip těchto přístrojů je takový, že na vyhřívanou plochu je umístěn vzorek textilie, přičemž po ustálení tepelného toku se zjišťuje množství energie, které bylo nutno dodat do vyhřívané čelisti, aby byl tepelný tok stacionární, čili aby se rozložení teplot uvnitř látky neměnilo s časem [59].

## **3.3 Speciální vlastnosti ochranných oděvů ve zdravotnictví**

Oděvy používané na operačních sálech musí mít na rozdíl od běžných oděvů speciální vlastnosti, které chrání zdraví personálu i samotného pacienta. Zejména u operačních rukavic a roušek se používá úprava pro snížení vzniku alergie [21, 24]. Velmi důležitá je v oblasti zdravotnictví antibakteriální úprava, která je určena k zamezení nebo alespoň zmírnění či dokonce usmrcení bakterií. Zabraňuje nákaze operačního týmu různými druhy infekcí [62].

V dnešní době se i ve zdravotnictví objevují tzv. „smart textilie“. Jsou to inteligentní textilie, které nabízí uplatnění v mnoha oborech a mají velmi široké možnosti použití. U pacientů jsou schopné průběžně monitorovat tělesné funkce pacienta či dokonce řídit dávkování léčiv [63]. Více informací o tom co jsou „smart textilie“ a o jejich uplatnění viz [63].

### **3.3.1 Antibakteriální účinek antibakteriálně upravených výrobků**

ČSN EN ISO 20743 je norma určená pro textilie, která se zabývá zjišťováním antibakteriálního účinku antibakteriálně upravených výrobků.

Obsahem normy jsou potřebné termíny a definice, bezpečnostní opatření a zařízení. Dále výpis činidel a kultivačních médií potřebných ke zkouškám, použité kmeny *Staphylococcus aureus* a *Klebsiella pneumoniae* a jejich uchovávání, popis kvantitativního měření metodou počítání kolonií či luminiscenční metodou, druhy metody protřepávání a důležité zkušební postupy.

Tato mezinárodní norma stanovuje tři kvantitativní metody zkoušení antibakteriálně upravených výrobků včetně netkaných textilií. Jedná se o metodu absorpční, při které je zkušební bakteriální suspenze naočkována přímo na vzorky, metodu přenosovou, při které jsou zkušební bakterie umístěny na agarovou plotnu a přeneseny na vzorky a otiskovou metodu, při které jsou bakterie umístěny na filtr a otisknuty na vzorky [62].

Norma ČSN EN ISO 20743 není vhodná pro zjišťování bakteriální aktivity operačních plášťů použitých v experimentální části, neboť je zde třeba porovnávat antibakteriálně upravené vzorky se vzorky zkušebními bez antibakteriální úpravy.

### **3.3.2 Antibakteriální aktivita – agarová destička**

ČSN EN ISO 20645 je norma určená pro plošné textilie, která se zabývá zjišťováním antibakteriální aktivity zkouškou šíření agarovou destičkou.

Obsahem ČSN EN ISO 20645 jsou termíny a definice potřebné pro porozumění této normě, bezpečnostní opatření a důležité postupy. Dále jsou zde uvedeny přístroje,

činidla a kultivační média k provedení zkoušky, příprava bakteriálních kultur a zkušebních vzorků. Velmi důležitou součástí normy je postup a vyhodnocení zkoušky.

Tato norma specifikuje metodu pro určování efektu antibakteriálních úprav aplikovaných na vlákna, pleteniny a další plošné textilie. Ta spočívá v testování daných textilií z obou stran na dvouvrstvých agarových destičkách, přičemž ve spodní vrstvě se nachází kultivační médium bez bakterií a vrchní, tzv. aplikační vrstva obsahuje bakterie. Po provedení zkoušky se ověřuje antibakteriální účinnost zkoušeného vzorku [64].

Norma ČSN EN ISO 20645 není vhodná pro zjišťování bakteriální aktivity operačních plášťů použitých v experimentální části, neboť se pro tuto normu u zkoumaných vzorků předpokládá úprava např. stříbrem proto, aby bylo možné zjistit velikost vzniklé inhibiční zóny a samotné stanovení antibakteriální účinnosti.

### **3.3.3 Odolnost proti mikrobiální penetraci**

U operačních roušek, plášťů a operačních oděvů do čistých prostor se hodnotí odolnost proti pronikání mikrobů za sucha a za mokra.

ČSN EN ISO 22612 je norma, která se zabývá zkušební metodou odolnosti proti penetraci mikrobů za sucha. Tato zkouška se provádí na vzorcích, které se uloží přes zkušební nádobu, na jejímž dně se nachází sterilní Petriho miska s agarem. Na zkušební materiál je pomocí přístroje, který vytváří vibrace, naprášeno určité množství mastku kontaminovaného *Bacillus subtilis*, který prochází přes vzorek a usazuje se na misku s agarem. Po 24hodinové inkubaci v 35 °C se stanoví počet mikroorganismů prošlých materiálem vzorku [65].

ČSN EN ISO 22610 je norma, která se zabývá metodou pro stanovení odolnosti proti bakteriální penetraci za mokra. Postup této zkoušky je podrobně popsán v experimentální části. Výsledkem je stanovení počtu mikroorganismů prošlých materiálem vzorku [66].

### **3.3.4 Čistota – mikrobiální**

Norma ČSN EN ISO 11737-1 se zabývá hodnocením mikrobiální čistoty a nahrazuje předchozí normy ČSN EN 1174-1, 2, 3, které se této problematice dříve věnovaly.

ČSN EN ISO 11737-1 stanovuje požadavky. Důležitou součástí normy jsou také uvedené pokyny pro stanovení počtu a pro mikrobiální charakterizaci populace životaschopných mikroorganismů na nebo ve zdravotnickém prostředí, přičemž mikrobiální charakterizací se rozumí postup třídění mikroorganismů do kategorií.

Výsledkem této zkoušky je stanovení odhadu životaschopné populace mikroorganismů na vzorku [67].

### **3.3.5 Čistota – nepřítomnost partikulárního materiálu, třepivost**

ČSN EN ISO 9073-10 je norma, která se zabývá metodou zkoušení pro měření vzniku odletků u netkaných textilií za sucha. Je možné ji použít i u jiných textilních materiálů. Postup této zkoušky je podrobně popsán v experimentální části. Výsledkem je vyhodnocení počtu a velikosti odletků vzorku [68].

### **3.3.6 Odolnost proti penetraci kapalin**

ČSN EN 20811 je norma, která stanovuje odolnost proti pronikání vody při působení tlaku vody. Metoda je určena zejména pro textilie s vyšší dostavou nebo úpravou proti vodě.

Podstatou zkoušky je působení zvyšujícího se tlaku vody na textilií tak dlouho, dokud nedojde na třech místech vzorku k proniknutí vody. Tlak, při kterém voda pronikne materiálem na třetím místě, se zaznamená. Výsledkem této zkoušky je stanovení odolnosti proti krátkodobému nebo střednědobému působení tlakové vody, která je vyjádřena výškou vodního sloupce [69].



## **EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

#### 4. CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLŮ

Pro účely experimentu bylo použito pět operačních plášťů od různých firem (tab. 4.1), z nichž jeden byl z opakovaně použitelného materiálu a další čtyři z materiálu jednorázového (příloha III).

Protože výrobci (s výjimkou firmy Kurýr) složení testovaných materiálů neuvádí, bylo určeno metodou infračervené spektroskopie pomocí přístroje IMPACT 400 od firmy NICOLET v Textilním zkušebním ústavu v Brně.

Tab. 4.1 Materiály pro účely experimentu

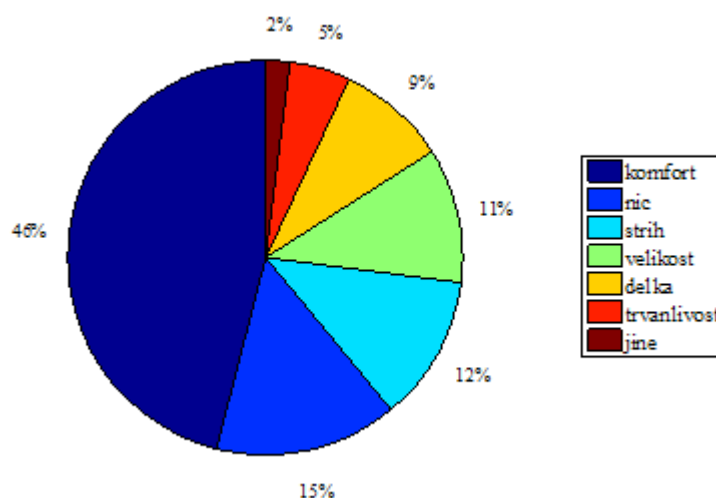
Č. mat.	Vzorek materiálu	Materiál	Firma	Složení	Plošná hmotnost [kg/m <sup>2</sup> ]
1.		jednorázový	Hartmann – Rico a.s.	PP	0,0417
2.		jednorázový	Kimberly – Clark	PP	0,0478
3.		jednorázový	Lohmann & Rauscher	PP	0,0315
4.		jednorázový	Panep s.r.o.	CO/PL	0,0736
5.		opakovaně použitelný	Kurýr	100% CO	0,1633

## 5. DEFINICE EXPERIMENTU

Návrh experimentu pro hodnocení ochranných oděvů pro pracovníky ve zdravotnictví spočívá ve zkoumání a porovnání vlastností operačních plášťů zejména v oblasti speciálních vlastností a také z hlediska komfortu.

Speciální vlastnosti, které byly zkoumány u vybraných materiálů, byly zvoleny na základě požadavků na provedení pro operační pláště dle normy ČSN EN 13795-3. Testovanými vlastnostmi byla třepivost neboli linting (kapitola 5.1), která je na operačním sále podstatná z hlediska prašnosti materiálu, a odolnost proti mikrobiální penetraci za mokra (kapitola 5.2), o kterou mělo zájem 77 % dotazovaných respondentů. Tato vlastnost je nepostradatelná zejména pro operační tým, aby nedošlo k jeho kontaminaci bakteriemi při výskytu na operačním sále či při samotné operaci.

Testování vybraných operačních plášťů z hlediska komfortu bylo zvoleno na základě 60 vyplněných dotazníků (příloha IV). Dotazníky vyplňovali muži i ženy pracující na postech všeobecné sestry i lékaře, různého věku a praxe, na různorodých odděleních v pražské Fakultní nemocnici v Motole, v Nemocnici Na Homolce v Praze, v Oblastní nemocnici Jičín, v Nemocnici Tábor a také v Nemocnici Vyškov. Tito lidé považovali za největší nedostatek operačních plášťů komfort (graf 5.1). Na základě této informace byly vybrány tři vlastnosti – propustnost vodních par (kapitola 5.3.1), propustnost vzduchu (kapitola 5.3.2) a propustnost tepla (kapitola 5.3.3), které jsou pro komfort personálu nemocnic nejdůležitější.



Graf 5.1 Grafické zobrazení nedostatků operačních plášťů na základě dotazníků

## 5.1 Třepivost (linting)

Třepivost, neboli linting, je metoda zkoušení pro stanovení odletků částic textilií za sucha. Odletky se zde rozumí úlomky vláken, které jsou uvolňovány během manipulace, v tomto případě při samotném používání operačních plášťů. Zkouška byla zvolena zejména za účelem porovnání uvolňování částic z hlediska materiálů, tedy porovnání třepivosti jednorázových operačních plášťů z netkaných textilií s bavlněným pláštěm.

### 5.1.1 Zkušební zařízení

Pro ověření kvality vybraných operačních plášťů z hlediska měření odletků částic byl použit box FLOWBOX – ADS LAMINAIRE zajišťující sterilní prostředí a přístroj pro měření odletků částic skládající se z MEDIFLEX 08 a čítače částic MET ONE 3400. Zkouška linting byla provedena pod odborným dohledem na uvedených přístrojích v akreditované mikrobiologické laboratoři v Textilním zkušebním ústavu Brno.

FLOWBOX – ADS LAMINAIRE, model OPTIMALE 12 (obr. 5.1.1.1) je laminární box, jehož prostředí zajišťuje nepřítomnost bakterií a prachových částic. Jedná se o sterilní prostředí, které je dáno laminárním prouděním vzduchu. Toto zařízení zároveň slouží jako ochrana výrobků před vnější kontaminací.



Obr. 5.1.1.1 Laminární box FLOWBOX – ADS LAMINAIRE

MEDIFLEX 08 (obr. 5.1.1.2) se skládá z ohýbacího zařízení a ohýbací komory s kolektorem vzduchu. Přístroj je vyráběný na míru dle normy ČSN EN ISO 9073-10: Textilie – Metody zkoušení pro netkané textilie – Část 10: Odletky a jiné částice uvol-

ňující se za sucha. Ohýbací zařízení se sestává ze dvou kruhových desek, přičemž jedna je pevná a druhá pohyblivá. Pohyblivá kruhová deska je připevněna na mechanismu, který umožňuje přibližovat se k pevné desce a oddalovat se od ní při současném otáčení o 180° ve směru a proti směru hodinových ručiček. Obě desky v sobě mají 8 od sebe stejně vzdálených otvorů. Pro uchycení vzorku ke kruhovým deskám se používají upínací prostředky. Ohýbací komorou se rozumí antistatická skříňka s odnímatelnou přední částí pro snadnější manipulaci se vzorky. V zadní stěně a dvou bočních stěnách komory jsou vyvrtány vždy dva otvory o průměru 10 mm. Poslední částí přístroje MEDIFLEX 08 je kolektor vzduchu. Vstupní sonda tohoto kolektoru je upevněna ke středu dna komory. Jejím úkolem je zachycení odletků a jejich transport do čítače částic.



Obr. 5.1.1.2 Přístroj MEDIFLEX 08

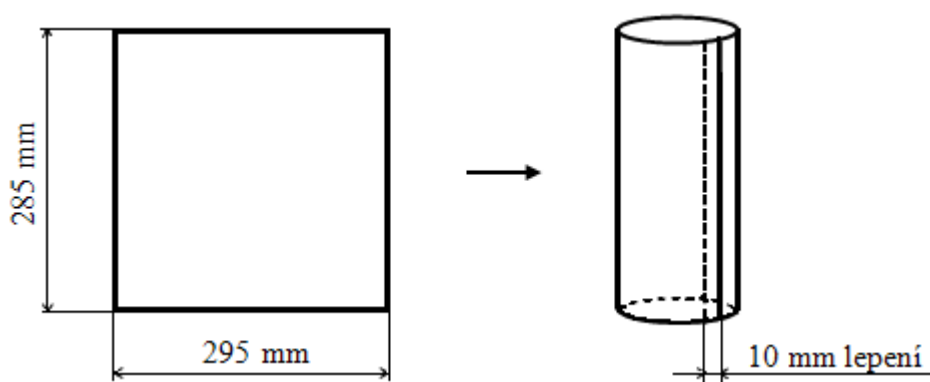
MET ONE 3400 od firmy HACH ULTRA ANALYTICS (obr. 5.1.1.3) je přenosný laserový čítač částic vyznačující se jednoduchou manipulací. Celkový rozsah měření velikosti odletků je od 0,5  $\mu\text{m}$  do 25  $\mu\text{m}$ . Ovládání MET ONE 3400 je uskutečňováno pomocí dotykového displeje. Naměřená data lze snadno a rychle získat prostřednictvím USB Flash disku či okamžitě vytisknout z vestavěné tiskárny.



Obr. 5.1.1.3 Čítač částic MET ONE 3400

### 5.1.2 Příprava vzorků

Z pěti uvedených materiálů byly nastříhány od každého druhu dvě sady po pěti vzorcích o velikosti 285 x 295 mm. Jedna sada byla označena na lící straně jako strana A, v případě druhé sady byla označena rubní strana písmenem B. Nastříhané vzorky byly následně slepovány lepidlem do tvaru válce s maximálním překrytím stran 10 mm (obr. 5.1.2.1), přičemž testovaná strana vzorku (A nebo B) se nacházela vně válce.

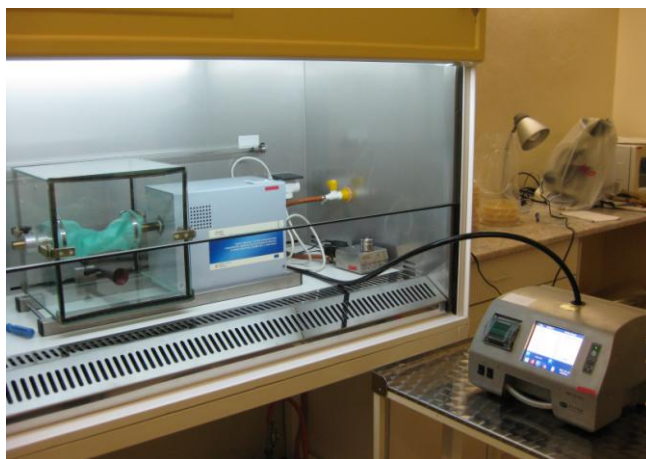


Obr. 5.1.2.1 Příprava vzorků

Takto připravené vzorky byly vloženy do laminárního boxu FLOWBOX – ADS LAMINAIRE, aby se zabránilo přístupu nežádoucích prachových částic na materiály před samotnou zkouškou.

### 5.1.3 Průběh zkoušky

Před vykonáním zkoušky bylo nutné umístit MEDIFLEX 08 do boxu s laminárním prouděním vzduchu FLOWBOX – ADS LAMINAIRE, který zajišťuje řízené sterilní prostředí. Následovně byl kolektor vzduchu připojen k čítači částic, bez kterého by zkouška nemohla být realizována (obr. 5.1.3.1). MET ONE 3400 zaznamenává všechny výsledky měření vždy desetkrát po 30 sekundách (celkem tedy 5 minut). Po celou dobu vykonávání této zkoušky byly při manipulaci se vzorky používány rukavice.



Obr. 5.1.3.1 Komplex připravených přístrojů pro zkoušku linting

Před upnutím materiálu na kruhové desky bylo provedeno měření pozadí. Při sejmuté přední desce a vypnutém ohýbacím zařízení bez vzorku bylo uskutečněno měření, které zajistilo ustálení prostředí, a tím prověřilo kvalitu vzduchu v komoře. Přijatelná kvalita vzduchu byla stanovena počtem částic, z čehož počet částic  $\geq 0,5 \mu\text{m}$  musel být menší než 100.

Po změření pozadí následovalo měření opravdového pozadí přístroje, tzv.  $C_0$ . Přední deska komory byla zavřena a ohýbací zařízení bez materiálu zapnuto. Po zaznamenání hodnot  $C_0$  do čítače částic byly kruhové desky zastaveny ve výchozí poloze.

Ohýbací komora byla otevřena. První zkušební vzorek strany A materiálu 1 byl opatrnou manipulací v rukavicích upnut pomocí upínacích kotoučů na kruhové desky. Posléze byla přední deska komory uzavřena a přístroj spuštěn současně s čítačem částic po dobu deseti period s délkou trvání 30 sekund. Po ukončení doby měření a zastavení přístrojů byl zkušební vzorek v rukavicích odstraněn a ohýbací komora vytřena vlhkým hadříkem. Následně byl upnut na kruhové desky v pořadí druhý vzorek 1. materiálu a postup se opakoval až do doby, kdy byly změřeny všechny vzorky materiálu 1 strany A i B.

Aby bylo možné uvést správné a korektní výsledky, bylo před upnutím každého dalšího nového materiálu na kruhové desky opět nejprve změřeno opravdové pozadí přístroje  $C_0$ , a až poté byly upevňovány vzorky daného materiálu (10 vzorků strany A a B) na kruhové desky a měřena jejich třepivost.

Po zaznamenání všech výsledků měření byla získaná data přetransformována z čítače částic na USB Flash disk a následně zpracována.

### 5.1.4 Výsledky měření

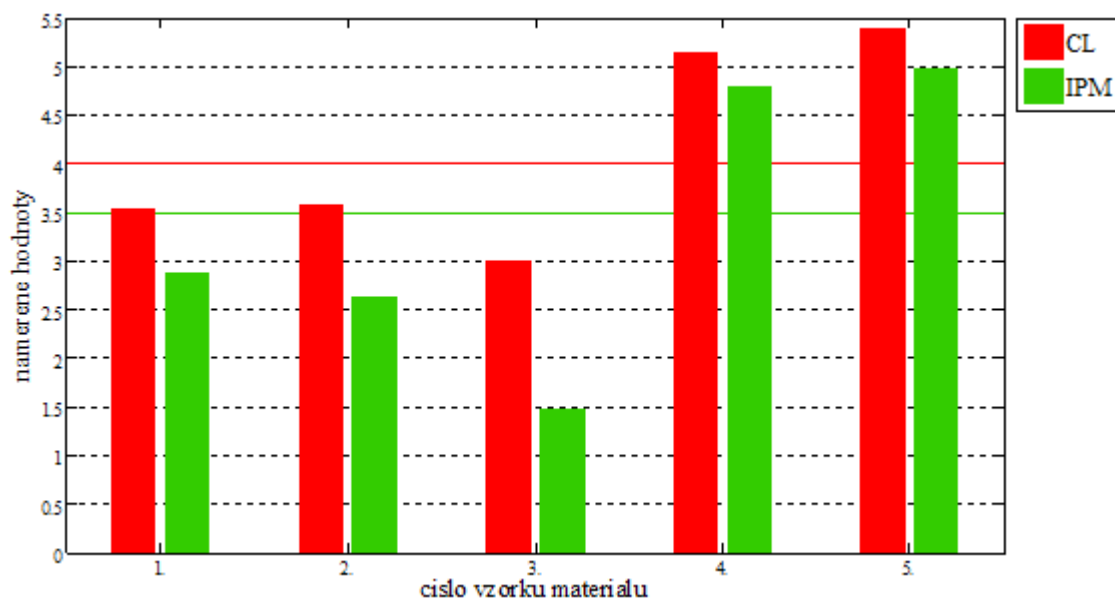
Po vykonání zkoušky týkající se měření odletků částic jsem u všech materiálů vypočítala z jednotlivých naměřených hodnot (příloha VI, tab. PVI.1-PVI.5) výsledné hodnoty  $C_L$  a IPM (tab. 5.1.4.1) dle přílohy B normy ČSN EN ISO 9073-10: Textilie – Metody zkoušení pro netkané textilie – Část 10: Odletky a jiné částice uvolňující se za sucha. Hodnota  $C_L$  [-] vyjadřuje koeficient celkového počtu odletků uvolněných při zkoušce. IPM [-] je index pro přítomné částice, které jsou na povrchu vzorečku a uvolní se během prvních třech měření, přičemž tyto částice se na materiálu nachází např. ještě z výroby, a tudíž přímo nesouvisí s opotřebením materiálu během testu. Jak je uvedeno ve výše zmíněné normě, u metody pro hodnocení uvolňování částic, tak i u metody hodnocení čistoty – přítomnosti částic, jsem počítala výsledné hodnoty pouze pro částice v rozsahu velikosti 3  $\mu\text{m}$  až 25  $\mu\text{m}$ , u kterých se předpokládá, že jsou schopné nést mikroorganismy.

Dále jsem vypočítala statistické hodnoty (příloha VI, tab. PVI.6) a vytvořila sloupcový graf (graf 5.1.4.1), který názorně ukazuje, zda testované materiály odpovídají požadavkům na provedení operačních plášťů dle normy ČSN EN 13795-3 uvedených v kapitole 2.2.1.3, tab. 2.2.1.3.1.

Tab. 5.1.4.1 Výsledné hodnoty – koeficient vzniku odletků z materiálu  $C_L$  [-], index pro přítomné částice IPM [-]

Č. vz. mat.	1. HARTMANN –RICO a.s.	2. KIMBERLY – CLARK	3. LOHMANN & RAUSCHER	4. PANEP s.r.o.	5. KURÝR
$C_L$ [-]	3,54	3,57	3,00	5,13	5,39
IPM [-]	2,87	2,62	1,48	4,78	4,98





Graf 5.1.4.1 Grafické porovnání výsledných hodnot  $C_L$  a IPM s požadavky na provedení pro operační pláště dle normy ČSN EN 13795-3

### 5.1.5 Vyhodnocení

Vyhodnocením naměřených hodnot jsem dospěla k závěru, že z pěti testovaných materiálů nejlépe splňuje požadavky na provedení operačních plášťů z hlediska stanovení odletků částic dle normy ČSN EN 13795-3 uvedených v kapitole 2.2.1.3, tab. 2.2.1.3.1 jednoznačně materiál 3 od firmy Lohmann & Rauscher. U charakteristiky týkající se třepivosti činí hodnota  $C_L$  u tohoto materiálu 3,00. U čistoty – nepřítomnosti partikulárního materiálu IPM dosahuje 1,48.

Výše zmíněné požadavky taktéž splnily pláště od firmy Hartmann – Rico a.s. a Kimberly – Clark. Všechny tyto tři materiály jsou z netkané textilie a mají stejné materiálové složení. Navzájem se však liší svou plošnou hmotností, která je u materiálu 1 a 2 téměř stejná, avšak u materiálu 3 je nižší. Tato skutečnost pravděpodobně stojí za výsledkem, že právě plášť od firmy Lohmann & Rauscher nejlépe splňuje požadavky na provedení operačních plášťů v oblasti stanovení odletků částic. Úspěšnost vykonané zkoušky u těchto tří materiálů je dána také materiálovým složením, protože materiály jsou pouze ze syntetických vláken – konkrétně polypropylenu.

Alarmující u této metody testování je skutečnost, že požadavky na provedení operačních plášťů z hlediska stanovení odletků částic dle normy ČSN EN 13795-3 ne-

splnily zbylé dva materiály. Konkrétně se jedná o jednorázový operační plášť od společnosti Panep s.r.o. a opakovaně použitelný plášť firmy Kurýr. Ačkoli jsou tyto pláště zhotovovány z plošných textilií různými výrobními technologiemi a naprosto odlišné plošné hmotnosti, jedno mají společné. Materiálové složení obsahuje bavlnu. Toto přírodní vlákno díky své struktuře uvolňuje velké množství prachových částic a textilních vláken do okolí, jak prokázala i tato zkouška.

## **5.2 Odolnost proti mikrobiální penetraci za mokra**

Odolnost proti mikrobiální penetraci za mokra, tedy odolnost bariérového materiálu proti průniku bakterií nesených kapalinou při současném vystavení materiálu mechanickému působení, je jednou z nejzásadnějších zkoušek prověřujících kvalitu a bezpečnost operačních plášťů. Zkouška byla zvolena za účelem zjištění bariérových vlastností materiálů, tedy zda jsou jednotlivé pláště schopny uchránit jejich uživatele před kontaminací bakteriemi. K té dochází zejména ze strany pacienta a z vnějšího prostředí, proto byly materiály testovány z lící strany.

### **5.2.1 Zkušební zařízení**

Pro ověření kvality pěti zvolených operačních plášťů od různých firem z hlediska odolnosti proti bakteriím byl použit autokláv, který sloužil na přípravu živných půd. Dalším zařízením byl FLOWBOX – ADS LAMINAIRE, který je podrobně popsán v kapitole 5.1.1 a DENSILAMETER. Nepostradatelnými přístroji u této zkoušky byl termostát a samotný přístroj pro měření penetrace mikroorganismů za mokra. Všechna tato zařízení jsou k dispozici v akreditované mikrobiologické laboratoři v Textilním zkušebním ústavu Brno, kde byla provedena pod odborným dohledem i celá zkouška.

Autokláv TUTTNAUER 2540 EA (obr. 5.2.1.1) je zařízení sloužící pro sterilizaci materiálů, která probíhá vlhkým vzduchem při teplotě 121 °C po dobu 20 minut. Při sterilizaci v autoklávu dochází k usmrcení všech živých organismů.

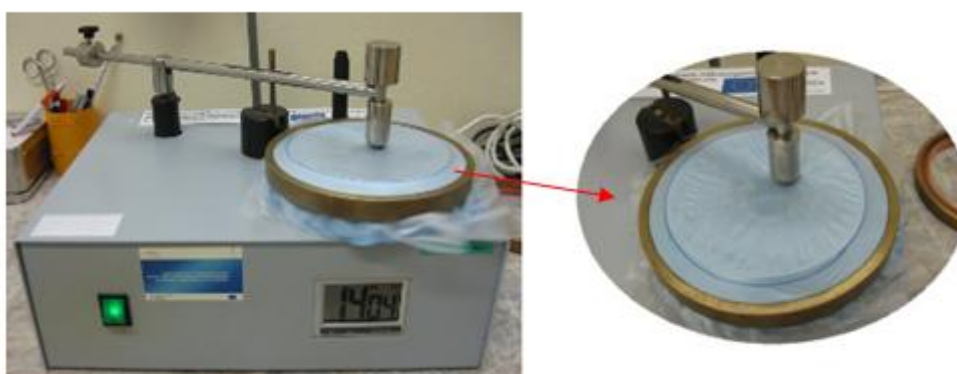


Obr. 5.2.1.1 Autokláv TUTTNAUER 2540 EA

DENSILAMETER je zařízení, které slouží ke stanovení hustoty bakteriální suspenze, měří tedy zákal. Naměřené hodnoty vykazuje v jednotkách McFarlanda.

Termostat od firmy JP SELECTA je zařízení, které je schopné v uzavřeném prostoru udržet libovolně nastavenou stálou teplotu.

Přístroj pro měření penetrace mikroorganismů za mokra (obr. 5.2.1.2) je vyráběn přímo na míru dle normy ČSN EN ISO 22610: Operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení – Metoda stanovení odolnosti proti bakteriální penetraci za mokra. Toto zařízení je na elektrický pohon a skládá se z protizávaží a vyvažovacího ramene s odnímatelným prstem z korozivzdorné oceli, který se pohybuje po točící se agarové misce od středu na její okraj a zpět rychlostí 60 otáček/min. Síla vyvíjená prstem na materiály činí 3 N. Další součástí přístroje pro měření penetrace mikroorganismů za mokra je excentr, otočný talíř, který je řízen časovacím zařízením a jehož úkolem je nést jednu agarovou misku o průměru 14 cm a elektronický časovač.



Obr. 5.2.1.2 Přístroj pro měření penetrace mikroorganismů za mokra

Podmínkou pro správnou funkčnost přístroje je styk materiálu s agarem pouze v jednom bodě a pohyblivost prstu po celém jeho povrchu. Tato skutečnost je v Textilním zkušebním ústavu v Brně pravidelně testována pomocí metody s uhlovým papírem. Sestava z bílého a uhlového papíru a jednoho listu HDPE fólie se upne do ocelových kroužků a položí se na Petriho misku otočenou dnem vzhůru, která je umístěna na otáčivý talíř. Poté se na tuto sestavu položí prst a zařízení se zapne na 15 minut. Po vypršení této doby obsluha stroje zkontroluje, zda prst zanechal na bílém papíře po celém obvodu rovnoměrný vzor.

## **5.2.2 Příprava před zkouškou**

Před vykonáním samotné zkoušky bylo nutné připravit jednotlivé složky pro uskutečnění tohoto experimentu. Jednalo se o přípravu živného média, přípravu donoru a v neposlední řadě přípravu jednotlivých vzorků.

### **5.2.2.1 Příprava živného média**

28 g Nutrient Agarů od francouzské firmy AES Laboratoire daného složení (tab. 5.2.2.1.1) bylo ve speciálních lahvích důkladně smícháno s 1 litrem destilované vody a posléze sterilizováno v autoklávu TUTTNAUER 2540 EA při 121 °C po dobu 20 minut. Takto připravený agar byl následně naléván do Petriho misek o průměru 14 cm do výšky 2 – 3 mm pod jejich okraj. Naplněná miska s živným agarem byla ponechána na ztuhnutí v čistém prostředí při pokojové teplotě, přičemž bylo nutné otírat orosené víčko, aby se na živnou půdu nedostala kapalina. Po vychladnutí, resp. ztuhnutí agarů byly Petriho misky uchovány dnem vzhůru v ledničce při teplotě 5 °C do druhého dne, aby byla zachována sterilita připraveného média. Před samotnou zkouškou byly otevřené misky položené dnem vzhůru předsušovány v termostatu na 37 °C.

Tab. 5.2.2.1.1 Složení Nutrient Agarů WITH NaCl

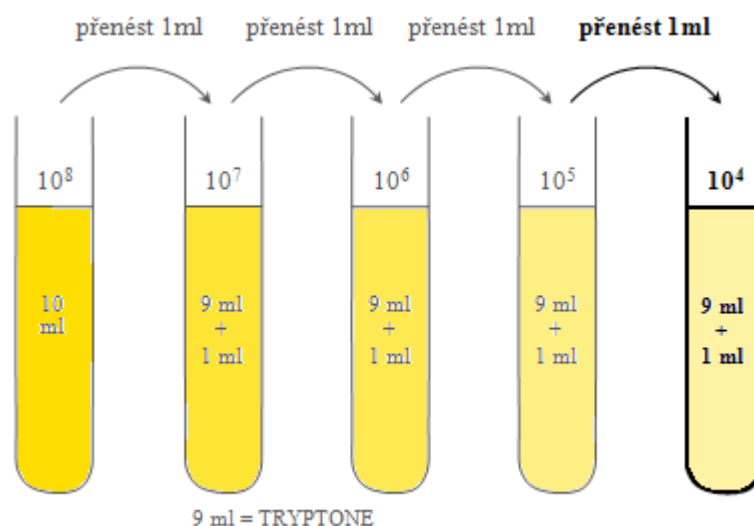
NUTRIENT AGAR WITH NaCl	
Složka	Množství [g/l]
hovězí extrakt	1
kvasnicový extrakt	2
bakteriologický pepton	5
NaCl	5
agar	15

### 5.2.2.2 Příprava donoru

Veškerá příprava donoru, včetně tvorby suspenze *Staphylococcus aureus*, probíhala v laminárním boxu FLOWBOX – ADS LAMINAIRE, aby nedošlo ke kontaminaci bakteriemi osob či zařízení nacházejících se v mikrobiologické laboratoři.

Před přípravou samotného donoru bylo nutné vytvořit 24hodinovou kulturu. Testovací kmen *Staphylococcus aureus* (uchovávaný v ledničce při teplotě 5 °C) byl vyočkován na agar a následně kultivován v termostatu při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin.

Z nově připravené kultury kmene *Staphylococcus aureus* byly skleněnou tyčinkou sejmuty 2 – 3 kolonie a rozředěny a důkladně promíchány v 3 ml roztoku tryptone. Následně byla změřena koncentrace této suspenze na přístroji DENSILAMETER a upravena na koncentraci  $10^8$  CFU/ml, tedy hodnotu 0,5 McFarlandovy zákalové stupnice. Takto připravená koncentrace byla desetinásob zředěna (obr. 5.2.2.2.1) na koncentraci  $10^4$  CFU/ml. Konečná suspenze byla použita pro samotný experiment.



Obr. 5.2.2.2.1 Schéma desetinásobného ředění koncentrace  $10^8$  CFU/ml na koncentraci  $10^4$  CFU/ml

Na nosnou hydrofilní fólii z polyuretanu o velikosti 25 x 25 cm byla vyznačena plocha odpovídající velikosti víčka Petriho misky, na niž byl rovnoměrně nanesen 1 ml suspenze *Staphylococcus aureus* o koncentraci  $10^4$  CFU/ml. Takto připravený donor byl před použitím sušen v termostatu při teplotě 56 °C po dobu 30 minut. V průběhu sušení byly kapky nanesené suspenze pomocí sterilní špachtle postupně roztírány, aby bylo zajištěno rovnoměrné rozdělení.

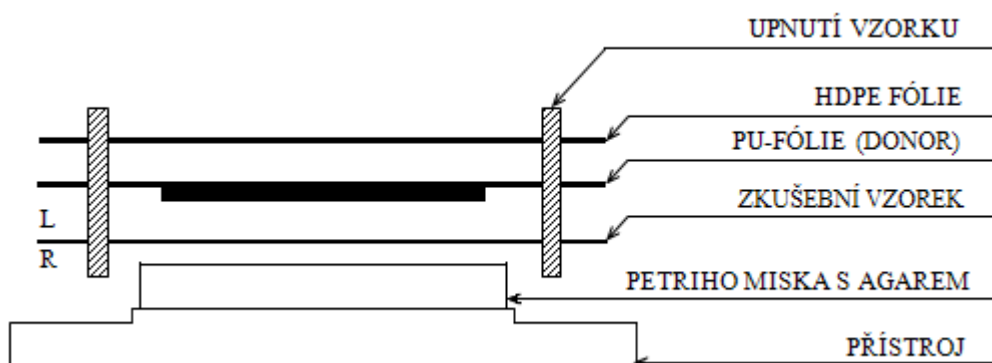
### 5.2.2.3 Příprava vzorků

Od každého z pěti uvedených materiálů byl ustřižen vždy jeden zkušební vzorek o průměru 25 cm. Tyto vzorky byly následně vloženy do přístroje FLOWBOX – ADS LAMINAIRE, aby se minimalizovala možnost kontaminace vzorků dalšími bakteriemi před samotnou zkouškou.

### 5.2.3 Průběh zkoušky

Pro provedení zkoušky bylo nutné vytvořit sestavu materiálů (obr. 5.2.3.1), která se skládala ze samotného zkušební vzorku, PU – fólie (donor), HDPE fólie a upínacího vnějšího a vnitřního kroužku. Na vnitřní kroužek byl položen připravený vzorek materi-

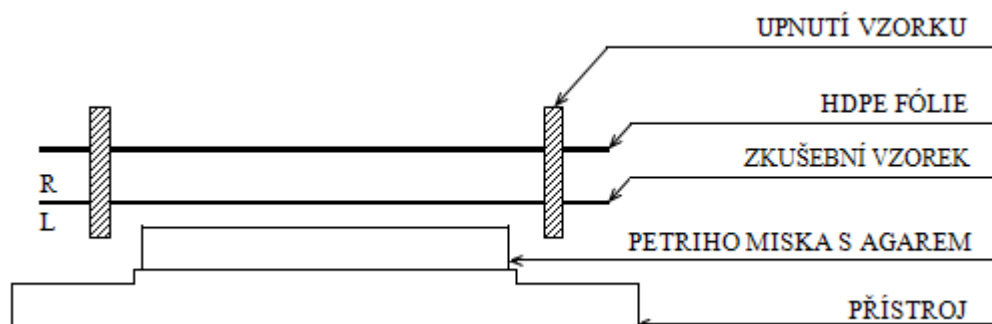
álu 1 lící stranou nahoru. Dále byl z donoru odstraněn nosný papír a nosná fólie byla položena kontaminovanou stranou na líc zkušební vzorku. PU – fólie byla pokryta HDPE fólií, která plnila funkci ochrany nosné fólie a vzorku od okolního prostředí. Tyto vrstvy byly následně upevněny vnějším kroužkem tak, aby všechny tři materiály pevně držely.



Obr. 5.2.3.1 Schéma kruhové sestavy – upnutí vzorku číslo 1 – 5

Na otočný talíř přístroje pro měření penetrace mikroorganismů za mokra byla umístěna první Petriho miska bez víčka naplněná živnou půdou. Na tuto misku byla položena kruhová soustava. Prst přístroje o přitlačné síle 3 N byl nasazen na vnitřní okraj HDPE fólie tak, aby se zkušební vzorek dotýkal v malé ploše povrchu agaru. Poté byl přístroj zapnut na 15 minut, přičemž po celou tuto dobu se prst pravidelně pohyboval po celém povrchu misky a tím umožňoval naočkováním bakteriím prostup z donoru přes zkušební vzorek na živnou půdu umocněný mechanickým namáháním a migrací kapaliny. Po ukončení tohoto procesu byla agarová miska číslo jedna, která byla následně zakryta víčkem a dnem vzhůru vložena do termostatu, nahrazena v pořadí druhou Petriho miskou. Sestava materiálů zůstala zachována včetně testovaného materiálu a donoru, byla položena zpátky na novou misku a byl zahájen další 15minutový proces. Tento postup byl opakován až do páté misky s živnou půdou. Po ukončení 5. cyklu se Petriho miska opět uzavřela a vložila do termostatu, avšak sestava materiálů byla upravena (obr. 5.2.3.2). Donor byl odstraněn, zkušební vzorek byl otočen lící stranou, tedy stranou, která byla vystavena kontaminované straně fólie, na agar, přikryt HDPE fólií a opět upnut do kroužků. Takto upravená sestava byla položena na poslední šestou misku umístěnou na otočném talíři. Opět následovalo namáhání vzorku po dobu 15 minut.

Poslední Petriho miska byla opět vložena do termostatu a sestava materiálů byla zlikvidována.

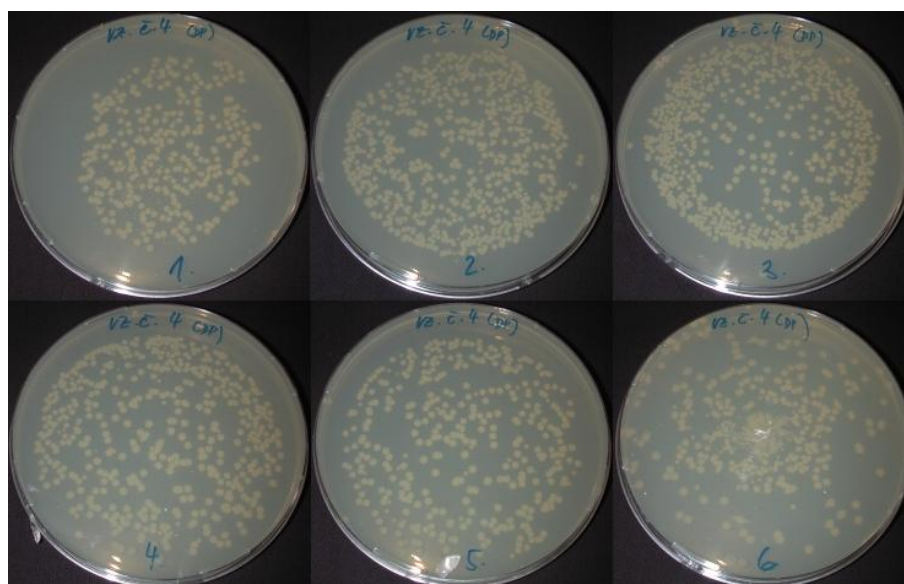


Obr. 5.2.3.2 Schéma kruhové sestavy – upnutí vzorku číslo 6

Přístroj pro měření penetrace mikroorganismů za mokra byl vydezinfikován a následně se celý proces opakoval u dalších čtyř testovaných materiálů, přičemž byla u každého zkušební vzorku použita nová nosná fólie se suspenzí *Staphylococcus aureus*.

Všechny Petriho misky s živnou půdou zakryté víkem byly po ukončení daného cyklu umístěny do termostatu, kde byly inkubovány po dobu 48 hodin při 37 °C.

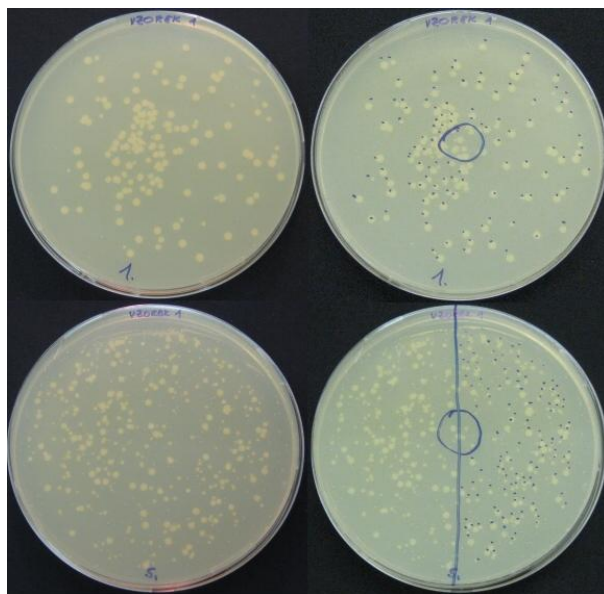
Po uplynutí 48 hodin bylo možné na živné půdě pozorovat narostlé kolonie bakterií (obr. 5.2.3.3).



Obr. 5.2.3.3 Kolonie bakterií – materiál 2 (Kimberly – Clark), miska 1 – 6

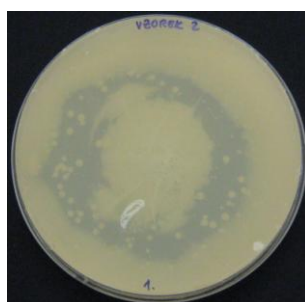


Počítání kolonií *Staphylococcus aureus* bylo provedeno na každé misce (obr. 5.2.3.4), avšak v oblasti s poloměrem cca 15 mm od středu misky se kolonie nepočítaly. Při velkém počtu vzniklých kolonií byla miska rozdělena na dvě poloviny, byly spočítány pouze kolonie v jedné polovině a tento počet byl vynásoben dvěma.



Obr. 5.2.3.4 Počítání kolonií bakterií – materiál 1 (Hartmann – Rico a.s.), miska 1, 5

Misky, u kterých byl počet kolonií roven nebo větší než 750 CFU (obr. 5.2.3.5), což se projevovalo souvislou vrstvou *Staphylococcus aureus* objevující se na živné půdě, byly automaticky vyřazeny, neboť se předpokládá, že materiál nemá adekvátní bariérové vlastnosti. U takto tzv. přerostlých misek bylo možné zkoušku opakovat.



Obr. 5.2.3.5 Kolonie bakterií – materiál 4 (Panep s.r.o.), miska 1

Získané hodnoty u všech testovaných materiálů byly zpracovány a vyhodnoceny.

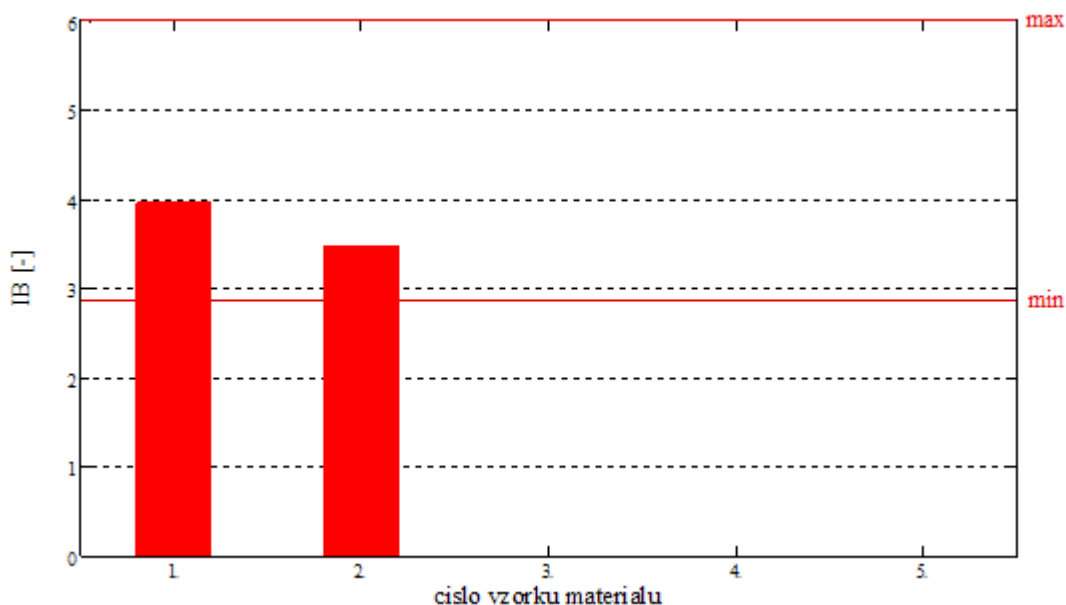
### 5.2.4 Výsledky měření

Po testování všech pěti materiálů z hlediska odolnosti proti mikrobiální penetraci za mokra (příloha VII, tab. PVII.1) jsem dle přílohy C normy ČSN EN ISO 22610: Operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení – Metoda stanovení odolnosti proti bakteriální penetraci za mokra vypočítala výsledné hodnoty  $I_B$  (tab. 5.2.4.1). Ukazatel nepropustnosti bariéry  $I_B$  [-] vyjadřuje možnou přípustnou hodnotu propustnosti bariéry daným materiálem.

Dále jsem vytvořila graf (graf 5.2.4.1), který ukazuje, zda testované materiály odpovídají požadavkům na provedení operačních plášťů dle normy ČSN EN 13795-3 uvedených v kapitole 2.2.1.3, tab. 2.2.1.3.1. Čím je výsledná hodnota vzdálenější od minimální vyznačené hodnoty 2,8, tím má materiál lepší bariérové vlastnosti. Nejvyšší dosažitelnou hodnotou je pak maximální hodnota 6,0, což znamená, že materiálem neprošla žádná bakterie.

Tab. 5.2.4.1 Výsledné hodnoty – ukazatel nepropustnosti bariéry  $I_B$  [-]

Č. vz. mat.	1. HARTMANN –RICO a.s.	2. KIMBERLY – CLARK	3. LOHMANN & RAUSCHER	4. PANEP s.r.o.	5. KURÝR
$I_B$ [-]	3,951	3,469	materiál nemá adekvátní bariérové vlastnosti	materiál nemá adekvátní bariérové vlastnosti	materiál nemá adekvátní bariérové vlastnosti



Graf 5.2.4.1 Grafické porovnání výsledných hodnot  $I_B$  s požadavky na provedení pro operační pláště dle normy ČSN EN 13795-3

## 5.2.5 Vyhodnocení

Vyhodnocením získaných hodnot jsem došla k závěru, že z pěti testovaných materiálů nejlépe splňuje požadavky na provedení operačních plášťů dle normy ČSN EN 13795-3 uvedených v kapitole 2.2.1.3, tab. 2.2.1.3.1 z hlediska odolnosti proti mikrobiální penetraci za mokra materiál 1 od firmy Hartmann – Rico a.s. Ukazatel nepropustnosti bariéry  $I_B$  činí 3,951.

Výše zmíněné požadavky dále splnil pouze plášť firmy Kimberly – Clark. Oba tyto materiály jsou z netkané textilie, mají stejné materiálové složení a téměř shodnou plošnou hmotnost. Tento fakt pravděpodobně zapříčinil, že výsledky této náročné zkoušky u materiálu 1 a 2 se příliš neliší. Úspěšnost vykonaného testu u výše zmíněných plášťů je tedy dána materiálovým složením, jímž je syntetické vlákno polypropylen, a také vyšší plošnou hmotností.

Nečekaným a velmi alarmujícím zjištěním je skutečnost, že z pěti testovaných materiálů nesplnily požadavky na provedení operačních plášťů z hlediska odolnosti proti mikrobiální penetraci za mokra dle normy ČSN EN 13795-3 tři pláště. Konkrétně se jedná o jednorázový plášť od firmy Lohmann & Rauscher a společnosti Panep s.r.o. a opakovaně použitelný plášť firmy Kurýr. Materiál 3 se od materiálu 1 a 2 liší pouze

plošnou hmotností, avšak ta pravděpodobně stojí za tím, že plášť nemá adekvátní bariérové vlastnosti a ve zkoušce penetrace za mokra neprospěl. Zbylé dva materiály, tedy 4 a 5, jsou sice zhotovovány z plošných textilií různými výrobními technologiemi a jejich plošná hmotnost se od sebe navzájem liší, avšak v obou případech materiálové složení obsahuje bavlnu. Vzhledem k vlastnostem tohoto přírodního vlákna, jímž je zejména velká nasákavost, se dalo očekávat, že uvedené pláště podlehnou mechanickému působení za pomoci migrace kapaliny a požadavky vykonávaného testu nebudou splněny. Tento fakt se mi po vykonání zkoušky na zjišťování odolnosti proti mikrobiální penetraci potvrdil.

### **5.3 Komfort**

Oděvní komfort, tedy fyziologická a psychologická harmonie mezi člověkem a okolím, je velmi důležitou vlastností pro operátora. Ten se musí cítit v operačním plášti velmi pohodlně, aby byl schopen věnovat se vykonávanému zákroku. Hodnocení komfortu bylo zvoleno (jak bylo výše zmíněno) na základě dotazníků, ve kterých byli respondenti spokojeni zejména při používání opakovaně použitelného pláště. Naopak v případě užívání jednorázových plášťů byl komfort nejčastější odpovědí v otázce týkající se možnosti změny některé z nabízených vlastností. Zkoušky jako jsou propustnost vodních par, propustnost vzduchu a propustnost tepla byly zvoleny zejména za účelem porovnání komfortu mezi opakovaně použitelným a jednorázovým pláštěm a v porovnání jednorázových plášťů mezi sebou.

Všechny materiály byly před samotným uskutečněním uvedených zkoušek 24 hodin klimatizovány dle normy ČSN EN 20139: Textilie. Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení, přičemž byla naměřena teplota vzduchu  $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$  a vlhkost vzduchu  $\varphi = 62\text{ }\%$ .

#### **5.3.1 Propustnost vodních par**

Podstatou zkoušky propustnosti vodních par daným materiálem je měření tepelného toku procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky, tedy pokožky personálu nemocnic. Zkouška byla zvolena za účelem zjištění relativní paropropustnosti a

následnému porovnání výsledných hodnot z hlediska materiálů. Poněvadž byl testován komfort operátora, docházelo ke zkoušení použitých materiálů směrem z rubu do líce.

#### 5.3.1.1 Zkušební zařízení

Ke zjišťování relativní propustnosti vodních par bylo použito přístroje PERMETEST (obr. 5.3.1.1.1) v laboratoři fyziologického komfortu na Katedře oděvnictví dle interní normy č. 23-304-01/01: Stanovení termofyziologických vlastností textilií.



Obr. 5.3.1.1.1 Přístroj PERMETEST

PERMETEST je schopen stanovit nenormalizovaný parametr relativní paropropustnosti  $p$  [%] podle uvedeného vztahu.

$$p = 100 \cdot \left( \frac{p_1}{p_0} \right) \quad [\%], \quad (7) \quad [58]$$

kde  $p_1$ ... maximální ustálená hodnota propustnosti po vložení vzorku do přístroje [mV],

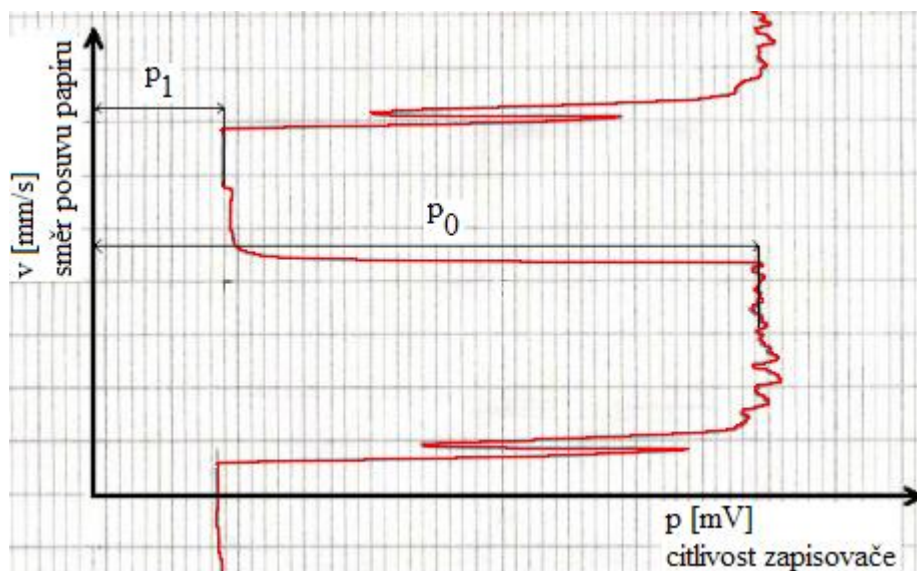
$p_0$ ... maximální ustálená hodnota propustnosti před vložení vzorku do přístroje [mV].

#### 5.3.1.2 Průběh zkoušky

Po zapnutí přístroje byla měřicí hlava zvlhčena jednou kapkou destilované vody, která byla následně rozetřena. Po ustálení stavu zapisovače  $p_0$  byl vložen do přístroje vzorek

materiálu rubní stranou dolů a po ustálení hodnoty  $p_1$  byl měřený vzorek vyjmut. Tento postup byl opakován u každého materiálu desetkrát.

Po ukončení zkoušky byly z vytvořených grafů odečteny všechny maximální hodnoty zapisovače  $p_0$  a  $p_1$  (graf 5.3.1.2.1). Vypočteny hodnoty relativní propustnosti vodních par dle vztahu (7) pro každý materiál a následně zpracovány.



Graf 5.3.1.2.1 Odečtení maximálních hodnot  $p_0$  a  $p_1$  – materiál 5 (Kurýr), vzorek 5

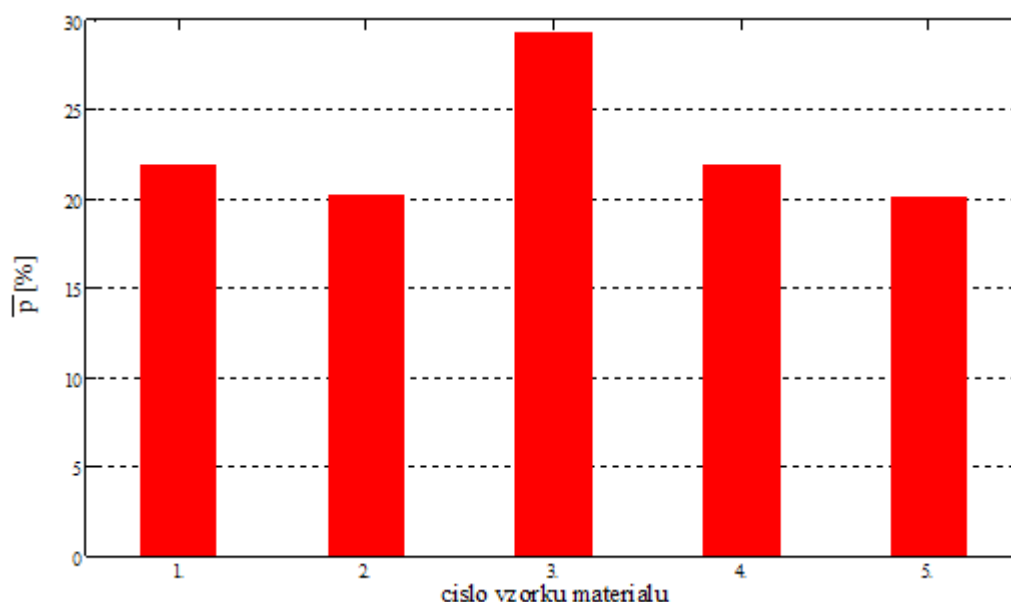
### 5.3.1.3 Výsledky měření

Po vykonání zkoušky na propustnost vodních par jsem u všech materiálů a jednotlivých měření odečetla hodnoty  $p_0$  a  $p_1$ , z nichž jsem vypočetla relativní paropropustnost dle vztahu (7) (příloha VIII, tab. PVIII.1 – PVIII.5). Relativní paropropustnost je přitom nenormalizovaný, avšak praktický parametr, kde stoprocentní propustnost představuje tepelný tok  $p_0$ . Zakrytím vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek získáme hodnotu sníženého tepelného toku  $p_1$ .

Dále jsem vypočítala výslednou relativní propustnost vodních par u jednotlivých materiálů (tab. 5.3.1.3.1) a základní statistické hodnoty (příloha VIII, tab. PVIII.6). Výsledné průměrné hodnoty relativní paropropustnosti jsem zpracovala do sloupcového grafu (graf 5.3.1.3.1).

Tab. 5.3.1.3.1 Výsledné průměrné hodnoty – relativní propustnost vodních par  $\bar{p}$  [%]

Č. vz. mat.	1. HARTMANN –RICO a.s.	2. KIMBERLY – CLARK	3. LOHMANN & RAUSCHER	4. PANEP s.r.o.	5. KURÝR
$\bar{p}$ [%]	21,87	20,14	29,31	21,87	20,01
s [%]	1,23	1,03	1,84	0,32	0,83
v [%]	5,62	5,11	6,28	1,46	4,15
95% IS [%]	<20,99 – 22,75>	<19,40 – 20,88>	<27,99 – 30,63>	<21,64 – 22,10>	<19,42 – 20,60>



Graf 5.3.1.3.1 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot relativní propustnosti vodních par  $\bar{p}$  [%]

### 5.3.2 Propustnost vzduchu

Podstatou zkoušky propustnosti vzduchu daným materiálem je měření proudu vzduchu procházejícího kolmo danou plochou vzorku při stanoveném tlakovém spádu. Zkouška byla zvolena za účelem porovnání prodyšnosti opakovaně použitelného materiálu s materiály jednorázovými. Protože docházelo k testování komfortu personálu nemocnic, zkouška byla provedena na materiálech směrem z rubu do líce.

### 5.3.2.1 Zkušební zařízení

Ke zjišťování prodyšnosti bylo použito přístroje SDL M021S (obr. 5.3.2.1.1) v laboratoři fyziologického komfortu na Katedře oděvnictví dle normy ČSN EN ISO 9237: Textile – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií.



Obr. 5.3.2.1.1 Přístroj SDL M021S

### 5.3.2.2 Průběh zkoušky

Po zapnutí stroje byl zkušební vzorek bezpečně upnut do kruhového držáku s otvorem o ploše  $20\text{ cm}^2$  rubní stranou nahoru. Poté byl zapnut sací ventilátor a průtok vzduchu byl seřízen na digitálním snímači Almemo na tlakový spád 5 Pa. Tento tlakový spád byl zvolen tak, aby bylo možno měřit prodyšnost všech vybraných materiálů za stejných podmínek. Po ustálení spádu byl odečten a zaznamenán v průtokoměru průtok vzduchu vzorkem. Tento postup byl opakován u každého materiálu na deseti vzorcích.

Po ukončení všech měření byly získané hodnoty zpracovány a byla vypočítána prodyšnost  $R$  dle vztahu (6) u každého z pěti materiálů.

### 5.3.2.3 Výsledky měření

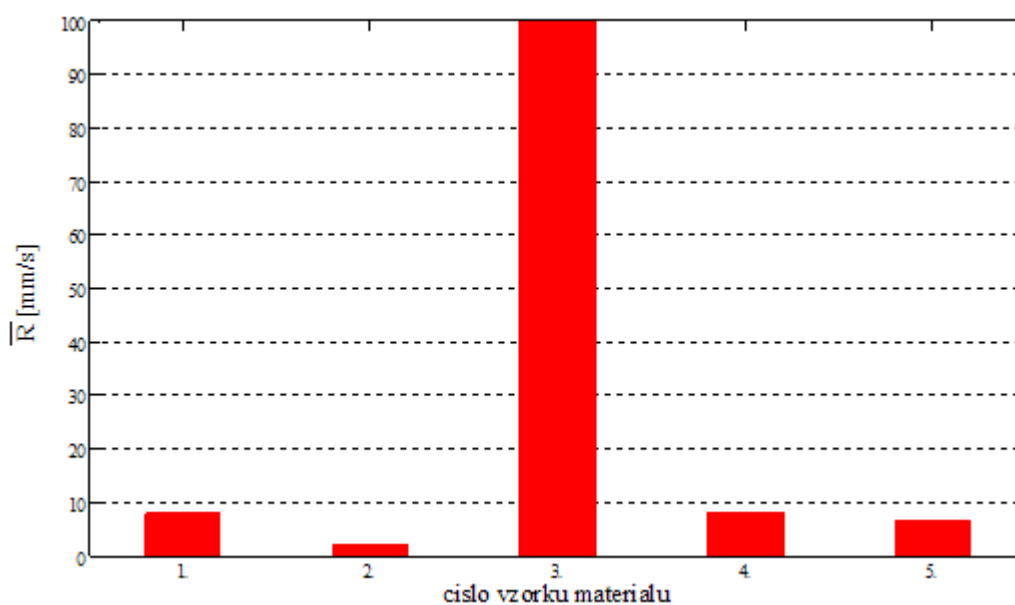
Po testování všech pěti materiálů z hlediska prodyšnosti jsem z naměřených hodnot rychlosti průtoku vzduchu (příloha VIII, tab. PVIII.7) vypočetla aritmetický průměr, základní statistické hodnoty (příloha VIII, tab. PVIII.8) a následně i celkovou průměr-



nou prodyšnost (tab. 5.3.2.3.1) dle vztahu (6). Poté jsem vytvořila graf (graf 5.3.2.3.1), který porovnává výsledky propustnosti vzduchu u jednotlivých materiálů.

Tab. 5.3.2.3.1 Výsledné průměrné hodnoty – prodyšnost  $\bar{R}$  [mm.s<sup>-1</sup>]

Č. vz. mat.	1. HARTMANN –RICO a.s.	2. KIMBERLY – CLARK	3. LOHMANN & RAUSCHER	4. PANEP s.r.o.	5. KURÝR
$\bar{R}$ [mm.s <sup>-1</sup> ]	7,95	2,27	99,75	8,03	6,58
$\bar{q}_v$ [ml.s <sup>-1</sup> ]	15,9	4,53	199,5	16,05	13,15
s [ml.s <sup>-1</sup> ]	1,27	0,27	27,73	1,46	1,44
v [%]	7,99	5,96	13,90	9,10	10,95
95% IS [ml.s <sup>-1</sup> ]	<14,99 – 16,81>	<4,34 – 4,72>	<179,68 – 219,32>	<15,01 – 17,09>	<12,12 – 14,18>



Graf 5.3.2.3.1 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot prodyšnosti  $\bar{R}$  [mm.s<sup>-1</sup>]

### 5.3.3 Propustnost tepla

Podstatou testování propustnosti tepla je matematické zpracování časového průběhu tepelných toků od neustáleného až do ustáleného stavu, které procházejí v důsledku rozdílných teplot spodního a horního povrchu zkoušenou textilií. Zkouška byla zvolena za účelem zjištění propustnosti tepla a následnému porovnání výsledných hodnot z hlediska materiálů. Protože byl testován komfort operačního týmu, docházelo ke zkoušení použitých materiálů směrem z rubu do líce.

#### 5.3.3.1 Zkušební zařízení

K testování propustnosti tepla bylo použito přístroje ALAMBETA (obr. 5.3.3.1.1) na Katedře oděvnictví dle interní normy č. 23-304-02/01: Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta.



Obr. 5.3.3.1.1 Přístroj ALAMBETA

Charakteristickými ukazateli propustnosti tepla, které je možné měřit na přístroji ALAMBETA, jsou tepelná vodivost a tepelný odpor. Tepelná vodivost je schopnost látky vést teplo, tedy rychlost, s jakou se teplo šíří z teplejších částí látky do jiných, chladnějších částí. Je charakterizována koeficientem tepelné vodivosti  $\lambda$  [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ] neboli měrnou tepelnou vodivostí. Tepelný odpor čili tepelná odolnost  $r$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ] je fyzikální jednotka, která určuje míru, s jakou daný materiál o určité tloušťce brání prostupu tepla skrz svou strukturu.

### 5.3.3.2 Průběh zkoušky

Po zapnutí stroje byl na celou kruhovou vložku základny přístroje položen zkušební vzorek rubní stranou nahoru. Poté byla spuštěna vyhřívaná horní čelist, která se po skončení měření samovolně zvedla do výchozí polohy. Tento postup byl u každého testovaného materiálu zopakován desetkrát.

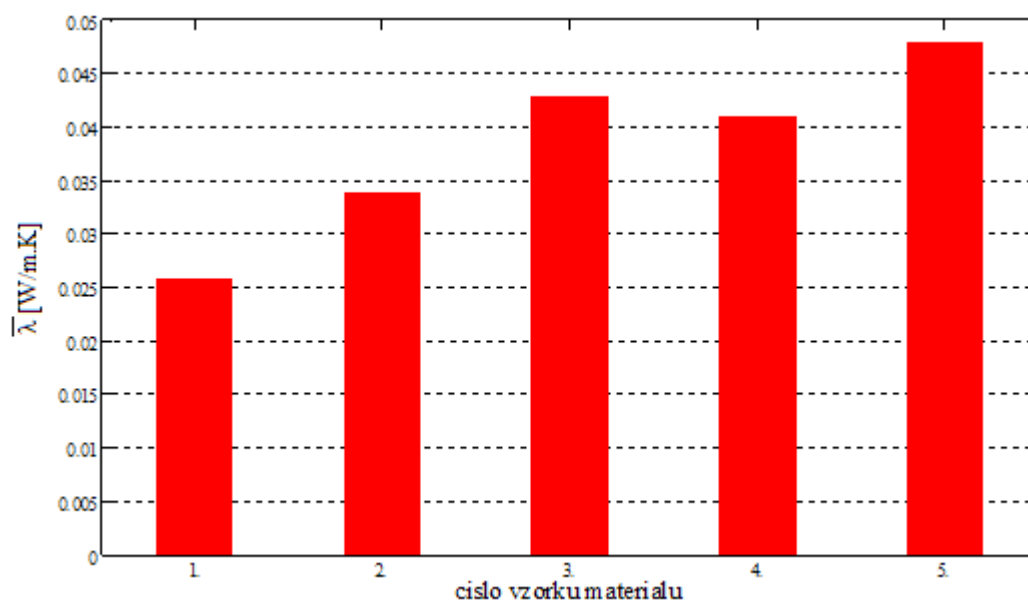
Po ukončení všech měření byly získané hodnoty vyhodnoceny a zpracovány do grafů.

### 5.3.3.3 Výsledky měření

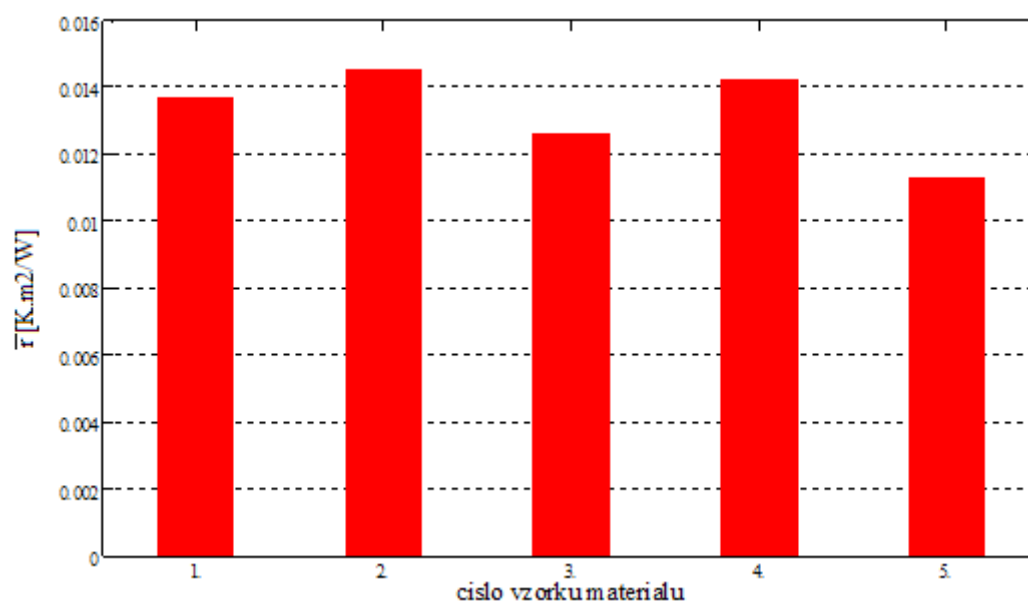
Po vykonání zkoušky na propustnost tepla pomocí přístroje ALAMBETA jsem z jednotlivých měření (příloha VIII, tab. PVIII.9,PVIII.10) vypočítala základní statistické hodnoty jak u měrné tepelné vodivosti (příloha VIII, tab. PVIII.11), tak u plošného odporu vedení tepla (příloha VIII, tab. PVIII.12). Dále jsem vypočítala výsledné průměrné hodnoty (tab. 5.3.3.3.1), které jsem zpracovala do grafů (graf 5.3.3.3.1, graf 5.3.3.3.2) k vzájemnému porovnání charakteristik u jednotlivých materiálů.

Tab. 5.3.3.3.1 Výsledné průměrné hodnoty – měrná tepelná vodivost  $\bar{\lambda}$  [W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>],  
plošný odpor vedení tepla  $\bar{r}$  [m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup>]

Č. vz. mat.	1. HARTMANN –RICO a.s.	2. KIMBERLY – CLARK	3. LOHMANN & RAUSCHER	4. PANEP s.r.o.	5. KURÝR
$\bar{\lambda}$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	0,0258	0,0338	0,0428	0,0409	0,0478
s [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	0,0025	0,0037	0,0038	0,0053	0,0025
v [%]	9,69	10,95	8,89	12,96	5,23
$\bar{r}$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	0,0137	0,0145	0,0126	0,0142	0,0113
s [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	0,00054	0,00062	0,00067	0,00043	0,00063
v [%]	3,94	4,28	5,32	3,03	5,58



Graf 5.3.3.3.1 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot měrné tepelné vodivosti  $\bar{\lambda}$  [W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>]



Graf 5.3.3.3.2 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot plošného odporu vedení tepla  $\bar{r}$  [m².K.W<sup>-1</sup>]

### 5.3.4 Vyhodnocení komfortu

Vyhodnocením naměřených hodnot v oblasti komfortu jsem dospěla k závěru, že z pěti testovaných materiálů má nejlepší propustnost vodních par i propustnost vzduchu plášť od firmy Lohmann & Rauscher. Relativní paropropustnost  $\bar{p}$  činí 29,31 %, což je o 28 % více v porovnání s ostatními materiály. Prodyšnost  $\bar{R}$  je 99,75 mm.s<sup>-1</sup>, tedy o 94 % lepší propustnost vzduchu oproti ostatním plášťům. V oblasti propustnosti tepla prokázal nejlepší vlastnosti materiál od firmy Kurýr, jehož měrná tepelná vodivost  $\bar{\lambda}$  dosáhla hodnoty 0,0487 W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> a tepelná odolnost  $\bar{r}$  0,0113 m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup>. Tento operační plášť svou měrnou tepelnou vodivostí převyšoval ostatní materiály o 25 % a tepelnou odolností pouze o 11 %.

Z hlediska propustnosti vodních par není statisticky významný rozdíl mezi jednorázovým pláštěm firmy Kimberly – Clark a bavlněným pláštěm od firmy Kurýr. Tento poznatek jsem taktéž zjistila u jednorázových materiálů společnosti Hartmann – Rico a.s. a Panep s.r.o. Minimální, a to 1% rozdíl je u testovaných materiálů 1 a 2, přičemž oba tyto jednorázové materiály mají stejné materiálové složení a téměř shodnou plošnou hmotnost. Největší statisticky významný rozdíl je u nejlépe paropropustného jednorázového materiálu od firmy Lohmann & Rauscher díky jeho nejmenší plošné hmotnosti. Dále jsem zjistila, že relativní propustnost vodních par není závislá na plošné hmotnosti zkoumaných materiálů. Může být však závislá na jemnosti nebo porezitě. Z pohledu samotného uživatele lze však říci, že relativní paropropustnost jednorázových a bavlněných operačních plášťů je téměř shodná.

Za nejlepší propustnost vzduchu u jednorázového materiálu 3 pravděpodobně může nejmenší plošná hmotnost ze všech vzorků. Naopak velmi malou prodyšnost má materiál 2 společnosti Kimberly – Clark. U těchto dvou plášťů činí statistický rozdíl 97 %. Mezi jednorázovým polypropylenovým pláštěm firmy Hartmann – Rico a.s. a jednorázovým materiálem ve složení bavlna/polyester od firmy Panep statisticky významný rozdíl není. Tyto dva materiály a bavlněný plášť firmy Kurýr se od sebe vzájemně liší minimálně. Propustnost vzduchu může být závislá např. na technologii výroby. Na plošné hmotnosti jsem závislost vyvrátila.

Testování propustnosti tepla dopadlo nejlépe pro materiál 5, tedy bavlněný opakovaně použitelný operační plášť, který má největší měrnou tepelnou vodivost a nejmenší tepelný odpor ze všech materiálů. Naopak polypropylenový jednorázový plášť

firmy Hartmann – Rico a.s. dopadl v tomto testu nejhůře. Mezi všemi pěti materiály, které byly podrobeny zkoušce propustnosti tepla, není statisticky významný rozdíl ani navzdory různé výrobní technologii, odlišné plošné hmotnosti i materiálovému složení.

Po vyhodnocení všech výsledků testovaných materiálů jsem dospěla k závěru, že lepší vlastnosti u opakovaně použitelných bavlněných plášťů z hlediska komfortu z pohledu dotazovaných respondentů nebyly v porovnání s pláští jednorázovými prokázány. Avšak zkoumání pěti materiálů z tohoto hlediska bylo bráno jako doplňkové k hodnocení zejména speciálních vlastností. Zároveň byl komfort testován pouze ve fyziologické oblasti, a to pomocí orientačních nenormalizovaných zkoušek. Pro důkladnější výsledné hodnoty doporučuji prověřit jednotlivé materiály ve všech třech oblastech komfortu – fyziologickém, senzorickém a psychologickém - pomocí normalizovaných ISO norem.

## 6. CELKOVÉ VYHODNOCENÍ

Prováděné zkoušky v experimentální části této diplomové práce jsem stanovila převážně na základě vyplněných dotazníků. V nich jsem zjistila, že na operačním sále se v dnešní době používají v 52 % jednorázové a v 48 % opakovaně použitelné operační pláště. Avšak 67 % dotazovaných respondentů si myslí, že je lepší použít jednorázový plášť a to zejména z důvodu lepší hygieny. Z hlediska komfortu jsou lékaři a sestry spokojeni pouze v případě pláště bavlněného, jednorázový materiál jejich fyziologickým potřebám nevyhovuje.

Zpracováním a vyhodnocením zkoušek u pěti testovaných materiálů jsem došla k závěru, že z hlediska speciálních vlastností v oblasti zdravotnictví, které jsou důležité zejména pro zjištění bariérových vlastností materiálů, jsou nejlepší operační pláště od firmy Hartmann – Rico a.s. a Kimberly – Clark. Jediné tyto dva materiály splnily požadavky na provedení operačních plášťů dle normy ČSN EN 13795-3 jak z hlediska stanovení odletků částic, tak z hlediska odolnosti proti mikrobiální penetraci za mokra. Plášť od firmy Lohmann & Rauscher sice dosáhl normovaných hodnot koeficientu vzniku odletků materiálu i indexu pro přítomné částice, avšak výsledky ukazatele nepropustnosti bariéry jsou nepřipustné. V případě operačního pláště společnosti Panep s.r.o. a firmy Kurýr jsou výsledné hodnoty u obou provedených zkoušek zcela nevyhovující.

Na základě vyhodnocení naměřených hodnot z hlediska komfortu, který zajišťuje fyziologickou i psychologickou pohodu personálu při operaci, jsem zjistila, že ani jeden z testovaných materiálů výrazně nepřevyšuje svými vlastnostmi ostatní pláště. Jedinou výjimkou v této oblasti testování je plášť firmy Lohmann & Rauscher, který má největší prodyšnost materiálu díky své malé plošné hmotnosti.

Jednorázové materiály u propustnosti vodních par, prodyšnosti a propustnosti tepla u většiny případů nevykazovaly příliš odlišné výsledky v porovnání s opakovaně použitelným pláštěm, který v oblasti komfortu upřednostňovali dotazovaní respondenti. I když je pohodlí lékařů i sester velmi důležitou součástí samotné operace, ochrana personálu před bakteriemi je bezpochyby přednější. Dle mého názoru a zejména na základě výsledků uvedených v experimentální části by se operační pláště, které nesplňují normu ČSN EN 13795-3, měli nahradit jinými. A to takovými, které požadavky na provedení operačních plášťů splňují.

## **ZÁVĚR**

Hlavním cílem této diplomové práce na téma hodnocení ochranných oděvů pro pracovníky ve zdravotnictví bylo zjistit, zda mají operační pláště dostatečné bariérové vlastnosti a jak obstojí z hlediska komfortu.

Literární průzkum je zaměřen na přehled sortimentu ochranných prostředků používaných ve zdravotnictví, který se sestává z operačního oděvu, pláště, ústenky, čepice, rukavic i obuvi. Dále se z větší míry zabývá právními předpisy, které se týkají těchto oděvů a zejména požadavky pro textilní materiály, ze kterých jsou pláště vyrobeny. Tyto požadavky se staly odrazovým můstkem pro speciální vlastnosti testované v experimentální části. V poslední části literárního průzkumu jsou popsány metody hodnocení určujících užitných vlastností zdravotnických ochranných oděvů.

Zkoušky v experimentální části této diplomové práce týkající se zjišťování odletků částic, odolnosti proti mikrobiální penetraci za mokra, propustnosti vodních par, vzduchu a tepla byly provedeny na operačních pláštích pěti firem. Konkrétně se jednalo o čtyři firmy vyrábějící jednorázové operační pláště a jednu firmu, která se zabývá výrobou bavlněných opakovaně použitelných plášťů.

Na základě vyhodnocení všech naměřených hodnot jsem dospěla k závěru, že dostatečné bariérové vlastnosti, tedy požadavky na provedení operačních plášťů dle normy ČSN EN 13795-3 z hlediska stanovení odletků částic a odolnosti proti mikrobiální penetraci za mokra splňují pouze materiály od firmy Hartmann – Rico a.s. a Kimberly – Clark s.r.o. Ostatní tři materiály, jmenovitě od společností Lohmann & Rauscher, Panep s.r.o. a Kurýr normu pro operační pláště používané jako zdravotnické prostředky pro nemocniční personál nesplňují. Z hlediska komfortu vykazovaly všechny materiály podobné vlastnosti, dokonce ani bavlněný plášť se od jednorázových nikterak výrazně nelišil.

Materiály firem Hartmann – Rico a.s. a Kimberly – Clark splnily normu zejména díky materiálovému složení, jímž bylo syntetické vlákno polypropylen. Totéž složení měl sice i plášť firmy Lohmann & Rauscher, avšak jeho plošná hmotnost byla nižší a zapříčinila, že materiál mechanickému působení za pomoci migrace kapaliny podlehl a požadavky na provedení operačního pláště již nemohly být splněny i navzdory úspěšné zkoušce stanovení odletků částic. Poslední dva pláště se od ostatních lišily zejména materiálovým složením. Hlavní roli zde hrála přítomnost bavlny, tedy přírodního vlákna, při jehož používání se do ovzduší uvolňuje velké množství částic a díky němuž nebyla



splněna zkouška stanovení odletků částic. Bavlna však svými vlastnostmi zapříčinila i absolutní selhání v testování odolnosti proti mikrobiální penetraci za mokra, kde materiály nedokázaly čelit náročným stanoveným podmínkám, který test vyžadoval.

V oblasti zdravotnictví se na první příčky žebříčku důležitosti před komfortem jednoznačně řadí ochrana zdraví a bezpečnost pacienta i personálu. Na základě výsledků testů jak v oblasti uvedených speciálních vlastností, tak i po stránce komfortu jsem dospěla k názoru, že by se opakovaně použitelné operační pláště složené ze 100% bavlny měly přesunout z operačních sálů do expozic muzeí. Svou relativní paropropustností, prodyšností a prostupem tepla se od jednorázových materiálů příliš neliší a bariérové vlastnosti jsou více než hrozivé. Tyto výrobky by díky nesplněným požadavkům normy ČSN EN 13795-3 neměly získat označení CE.

Pro zachování opakovaně použitelných plášťů na operačních sálech i do budoucna by se dle mého názoru a zejména dle získaných výsledných hodnot měli výrobci zaměřit spíše na směsové materiály např. CO/PL, přičemž bavlněná vlákna by představovala 35 % a polyesterová 65 % z celého materiálu. Takto zhotovený plášť by se však taktéž musel podrobit náročným zkouškám normy ČSN EN 13795-3. Pravděpodobně nejlepším řešením pro ochranu personálu na operačních sálech by bylo používání pouze jednorázových, avšak kvalitních a ověřených plášťů ze syntetických vláken.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Všeobecné informace, Již desetiletí úspěšně přispíváme k bezpečnosti na operačních sálech: Hartmann – Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/75158.htm> [citováno 2010-12-07].
- [2] Švejdová, K.: Muzeum ošetrovatelství a medicíny. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Ústav zdravotnických studií, 2011.
- [3] Syntetická vlákna – historie, současnost a budoucnost: Žena-in.cz [online]. Dostupné z <http://zena-in.cz/clanek/synteticka-vlakna-historie-soucasnost-a-budoucnost/kategorie/dum-a-byt> [citováno 2011-03-26].
- [4] Zaměření kliniky: Ortopedická klinika UK2.LF a FN Motol - Dětská a dospělá ortopedie a traumatologie [online]. Dostupné z <http://ortopedie.lf2.cuni.cz/> [citováno 2010-12-07].
- [5] V operacích srdce brněnské kardiocentrum porazilo pražský IKEM: iHNed.cz, online zprávy hospodářských novin [online]. Dostupné z <http://domaci.ihned.cz/c1-46874320-v-operacich-srdce-brnenske-kardiocentrum-porazilo-prazsky-ikem> [citováno 2010-12-07].
- [6] Tab. 13. 01 Vybrané ukazatele ve zdravotnictví: Český statistický úřad [online]. Dostupné z [http://www.czso.cz/cz/cr\\_1989\\_ts/1301.pdf](http://www.czso.cz/cz/cr_1989_ts/1301.pdf) [citováno 2010-12-07].
- [7] ČSN EN 13785-1+A1. Operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor, používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení – Část 1: Všeobecné požadavky na výrobce, zpracovatele a výrobky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 15 s. Třídící znak 85 5810.
- [8] Operační sál, Operační trakt: Pro sestry [online]. Dostupné z [http://www.prosestry.cz/studijni\\_materialy/chirurgie/operacni-sal](http://www.prosestry.cz/studijni_materialy/chirurgie/operacni-sal) [citováno 2010-12-07].
- [9] Operační oděv Mediset: Panep, výrobce a distributor zdravotnického materiálu [online]. Dostupné z <http://www.panep.cz/detail.php?pro=21701&kategorie=81> [citováno 2010-12-07].
- [10] 0278 Pánská halena operační: Tradex, tradičně dobrá kvalita [online]. Dostupné z [http://www.tradetex.cz/13-86-0278-panska-halena-operacni.html?akcia=detaily&tovar\\_id=86&dostupnostx](http://www.tradetex.cz/13-86-0278-panska-halena-operacni.html?akcia=detaily&tovar_id=86&dostupnostx) [citováno 2010-12-07].
- [11] 0461 Pánské kalhoty operační: Tradex, tradičně dobrá kvalita [online]. Dostupné

- z [http://www.tradetex.cz/13-41-0461-panske-kalhoty-operacni.html?akcia=detaily&tovar\\_id=41&dostupnostx](http://www.tradetex.cz/13-41-0461-panske-kalhoty-operacni.html?akcia=detaily&tovar_id=41&dostupnostx) [citováno 2010-12-07].
- [12] **Drašarová, J.; Havlová, M.:** Vysocefunkční textile, Vysocefunkční textilie pro zdravotnictví: Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních technologií [online]. Dostupné z <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2008-07-18/11-12-18.pdf> [citováno 2010-12-07].
- [13] Foliodress Comfort, Hygienicky bezpečný operační plášť, Typy plášťů: Hartmann – Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/90140.htm> [citováno 2010-12-07].
- [14] Foliodress Protect, Hygienicky bezpečný operační plášť, Typy plášťů: Hartmann – Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/90141.htm> [citováno 2010-12-07].
- [15] Operační pláště Comfort Plus, Popis: Panep, výrobce a distributor zdravotnického materiálu [online]. Dostupné z <http://www.panep.cz/detail.php?pro=21910&kategorie=78> [citováno 2010-12-07].
- [16] Operační pláště Comfort, Popis: Panep, výrobce a distributor zdravotnického materiálu [online]. Dostupné z <http://www.panep.cz/detail.php?pro=21900&kategorie=77> [citováno 2010-12-07].
- [17] Katalog, Bez zařazení: Kurýr, Miroslav Jarkovský [online]. Dostupné z <http://www.mjkuryr.cz/produkty.aspx?kate=6> [citováno 2010-12-07].
- [18] **ČSN EN 13795-3+A1.** Operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor, používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení – Část 3: Požadavky na provedení a úroveň provedení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 12 s. Třídící znak 85 5810.
- [19] Operační pláště Standard Plus, Popis: Panep, výrobce a distributor zdravotnického materiálu [online]. Dostupné z <http://www.panep.cz/detail.php?pro=21930&kategorie=80> [citováno 2010-12-07].
- [20] Operační pláště Standard, Popis: Panep, výrobce a distributor zdravotnického materiálu [online]. Dostupné z

- <http://www.panep.cz/detail.php?pro=21920&kategorie=79> [citováno 2010-12-07].
- [21] Ústenky: Mölnlycke health care [online]. Dostupné z <http://www.molnlycke.com/cz/Surgical-Products/Product-selector---Surgical-division/Tabs/Product-categories/Face-masks/?activeTab=0> [citováno 2010-12-08].
- [22] Foliodress Mask Comfort, Chirurgické masky pro operační sály, Základní typy: Hartmann – Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/90163.htm> [citováno 2010-12-08].
- [23] Foliodress Cap Comfort, Čepice pro operační sály: Hartmann – Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/90148.htm> [citováno 2010-12-09].
- [24] Operační rukavice, Gammex – kvalitní ochrana rukou v chirurgii: Braunoviny [online]. Dostupné z <http://braunoviny.bb Braun.cz/clanky/operacni-rukavice/> [citováno 2010-12-11].
- [25] Speciální operační rukavice, Jednorázové operační rukavice: Hartmann - Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/90179.htm> [citováno 2010-12-11].
- [26] Product Browse - By Product Category, Medical Gloves: Kimberly – Clark, Trusted Clinical Solutions [online]. Dostupné z <http://www.kchealthcare.com/ProductCatalog.asp> [citováno 2010-12-11].
- [27] Product Browse - By Product Category, Footwear: Kimberly – Clark, Trusted Clinical Solutions [online]. Dostupné z <http://www.kchealthcare.com/ProductCatalog.asp> [citováno 2010-12-11].
- [28] Antistatická obuv pro operační sály a čisté prostory – Abeba 9600: ZP servis, chráněná dílna [online]. Dostupné z <http://www.pp-servis.eu/zdravotni-obuv/antistaticka-obuv-pro-operacni-saly-a-ciste-prostory-abeba-9600> [citováno 2010-12-11].
- [29] Katalog výrobků: Panep, výrobce a distributor zdravotnického materiálu [online]. Dostupné z <http://www.panep.cz/page.php?cid=15&kategorie=0&lang=1> [citováno 2010-12-11].
- [30] Úvod: Kurýr, Miroslav Jarkovský [online]. Dostupné z <http://www.mjkuryr.cz/index.html> [citováno 2010-12-11].
- [31] Historie: Panep, výrobce a distributor zdravotnického materiálu [online]. Dostupné z <http://www.panep.cz/page.php?cid=7&lang=1> [citováno 2010-12-11].

- [32] Portrét firmy: Lohmann & Rauscher [online]. Dostupné z [http://www.lohmann-rauscher.cz/enid/4aebf74569d8f13cd5eb0fb0843c539e,0/Lohmann\\_Rauscher\\_CZ/O\\_firm\\_2w.html](http://www.lohmann-rauscher.cz/enid/4aebf74569d8f13cd5eb0fb0843c539e,0/Lohmann_Rauscher_CZ/O_firm_2w.html) [citováno 2010-12-12].
- [33] Historie společnosti: Hartmann – Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/75090.htm> [citováno 2010-12-12].
- [34] Produkty: Hartmann – Rico a.s. [online]. Dostupné z <http://cz.hartmann.info/CZ/75152.htm> [citováno 2010-12-12].
- [35] Corporate Values, Our Core Beliefs: Kimberly – Clark, Trusted Clinical Solutions [online]. Dostupné z <http://www.kimberly-clark.com/aboutus/values.aspx> [citováno 2010-12-14].
- [36] Company Profile: Kimberly – Clark, Trusted Clinical Solutions [online]. Dostupné z [http://www.kimberly-clark.com/aboutus/company\\_profile.aspx](http://www.kimberly-clark.com/aboutus/company_profile.aspx) [citováno 2010-12-14].
- [37] Kimberly – Clark Health Care: Kimberly – Clark, Trusted Clinical Solutions [online]. Dostupné z [http://www.kimberly-clark.com/ourbrands/kc\\_healthcare.aspx](http://www.kimberly-clark.com/ourbrands/kc_healthcare.aspx) [citováno 2010-12-14].
- [38] Zdravotnické potřeby, pomůcky a prostředky, Operační oblečení: Zelená hvězda, Vás dodavatel zdravotnických prostředků [online]. Dostupné z <http://www.zelenahvezda.cz/sortiment-produktu/obleceni/operacni-obleceni> [citováno 2010-12-14].
- [39] Československo. Zákon č. 2 ze dne 8. ledna 1969 o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy ČR. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1969, částka 1, s. 0016. Dostupný také z <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1969/sb01-69.pdf> [citováno 2010-12-17].
- [40] Zdravotní péče: Ministerstvo zdravotnictví české republiky [online]. Dostupné z [http://www.mzcr.cz/Legislativa/obsah/zdravotni-pece\\_1786\\_11.html](http://www.mzcr.cz/Legislativa/obsah/zdravotni-pece_1786_11.html) [citováno 2010-12-17].
- [41] Česko. Zákon č. 123 ze dne 15. dubna 2000 o zdravotnických prostředcích a o změně některých souvisejících zákonů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 36, s. 1692. Dostupný také z <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2000/sb036-00.pdf> [citováno 2010-12-17].

- [42] O Evropské unii: Ministerstvo zdravotnictví České republiky [online]. Dostupné z [http://www.mzcr.cz/Unie/obsah/o-evropske-unii\\_1988\\_8.html](http://www.mzcr.cz/Unie/obsah/o-evropske-unii_1988_8.html) [citováno 2010-12-17].
- [43] Léčiva a zdravotnické prostředky: Ministerstvo zdravotnictví České republiky [online]. Dostupné z [http://www.mzcr.cz/Unie/obsah/leciva-a-zdravotnicke-prostredky\\_1993\\_8.html](http://www.mzcr.cz/Unie/obsah/leciva-a-zdravotnicke-prostredky_1993_8.html) [citováno 2010-12-19].
- [44] Přehled právních předpisů v oblasti zdravotnických prostředků: Ministerstvo zdravotnictví České republiky [online]. Dostupné z [http://www.mzcr.cz/Odbornik/obsah/pravni-predpisy\\_1957\\_3.html](http://www.mzcr.cz/Odbornik/obsah/pravni-predpisy_1957_3.html) [citováno 2010-12-17].
- [45] Směrnice Rady 93/42/EHS ze dne 14. června 1993 o zdravotnických prostředcích. Úřední věstník Evropské unie 13/sv.12. Dostupné také z [http://www.tzu.cz/pdf/COV/1993\\_42\\_CS.pdf](http://www.tzu.cz/pdf/COV/1993_42_CS.pdf) [citováno 2011-2-7].
- [46] Česko. Nařízení vlády č. 336 ze dne 5. května 2004, kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 108, s. 7225. Dostupný také z <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2004/sb108-04.pdf> [citováno 2010-12-17].
- [47] Česko. Zákon č. 22 ze dne 24. ledna 1997 o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 6, s. 128. Dostupný také z <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1997/sb006-97.pdf> [citováno 2010-12-22].
- [48] Transmisivní spongiformní encefalopatie: Wikipedie: Otevřená encyklopedie [online]. Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Transmisivn%C3%AD\\_spongiformn%C3%AD\\_encefalopatie](http://cs.wikipedia.org/wiki/Transmisivn%C3%AD_spongiformn%C3%AD_encefalopatie) [citováno 2010-12-19].
- [49] CE mark: Wikipedia, The free Encyclopedia [online]. Dostupné z [http://en.wikipedia.org/wiki/CE\\_mark](http://en.wikipedia.org/wiki/CE_mark) [citováno 2010-12-22].
- [50] Posuzování shody výrobků – autorizace krok za krokem: BusinessInfo.cz, Oficiální portál pro podnikání a export [online]. Dostupné z

- <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/metrologie-normalizace-jkm/posuzovani-shody-vyroбку/1001790/53173/> [citováno 2010-12-22].
- [51] Nové požadavky na textilní zdravotnické prostředky pro operační sály: Textilní zkušební ústav [online]. Dostupné z [http://www.tzu.cz/get\\_dokument.php?ID=696](http://www.tzu.cz/get_dokument.php?ID=696) [citováno 2010-12-23].
- [52] **ČSN EN 13795-2+A1.** Operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor, používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení – Část 2: Zkušební metody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 12 s. Třídící znak 85 5810.
- [53] **Fléglová, Z.:** Vlastnosti zpracovatelské a užitné: Zpracovatelské a užitné vlastnosti oděvních materiálů: Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví [online]. Dostupné z [http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM\\_1\\_ZS\\_2009.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_1_ZS_2009.pdf) [citováno 2010-12-27].
- [54] **ČSN EN ISO 13938-1.** Textilie – Vlastnosti plošných textilií při protlaku – Část 1: Hydraulická metoda pro zajišťování pevnosti v protržení a roztažení při protržení. Praha: Český normalizační institut, 2000. 12 s. Třídící znak 80 0875.
- [55] **ČSN EN ISO 29073-3.** Textilie – Zkušební metody pro netkané textilie – Část 3: Zjišťování pevnosti v tahu a tažnosti. Praha: Český normalizační institut, 1994. 8 s. Třídící znak 80 6133.
- [56] Zkoušení textilií II: Zkoušení textilií: Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních materiálů [online]. Dostupné z <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT2dil.pdf> [citováno 2010-12-30].
- [57] **Fléglová, Z.:** Vlastnosti plošných oděvních materiálů 2: Zpracovatelské a užitné vlastnosti oděvních materiálů: Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví [online]. Dostupné z [http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM\\_5\\_ZS\\_2009.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_5_ZS_2009.pdf) [citováno 2010-12-30].
- [58] **Hes, L.; Sluka, P.:** Úvod do komfortu textilií. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 2005. 109 s.
- [59] **Fléglová, Z.:** Fyziologické vlastnosti oděvních materiálů: Zpracovatelské a užitné vlastnosti oděvních materiálů: Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví [online]. Dostupné z

- [http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM\\_7\\_ZS\\_2009.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_7_ZS_2009.pdf) [citováno 2010-12-30].
- [60] **ČSN EN 31092.** Textilie – Zjišťování fyziologických vlastností – měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou). Praha: Český normalizační institut, 1996. 16 s. Třídící znak 80 0819.
- [61] Air Permeability Tester FX 3300 LABOTESTER III: Textest Instruments [online]. Dostupné z [http://www.textest.ch/pages\\_en/3300-III\\_en.htm](http://www.textest.ch/pages_en/3300-III_en.htm) [citováno 2010-12-30].
- [62] **ČSN EN ISO 20743.** Textilie – Zjišťování antibakteriálního účinku antibakteriálně upravených výrobků. Praha: Český normalizační institut, 2008. 28 s. Třídící znak 80 0068.
- [63] Budoucnost je v textilu, textil je budoucnost!: ČTPT - Česká technologická platforma pro textil [online]. Dostupné z [http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ZeCxFX1fzaoJ:www.ctpt.cz/dwn.php%3FID%3D592+speci%C3%A1ln%C3%AD+vlastnosti+zdravotnick%C3%BDch+od%C4%9Bv%C5%AF&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEESgCF7Xwrx25e5kELAw662R8lhF-0KZS6\\_Zu-eE0IRnTvPnLjD4fCIagr-vA1270iie\\_BHvOXgVWwwtY2dSuhryYLP8nDjNc8BBLRkMpdudqQrZ6ePBBJr9spruXy0P-7W-z7q8&sig=AHIEtbTONMa-lGNvAsFihqbWWX2eEMoL\\_w](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ZeCxFX1fzaoJ:www.ctpt.cz/dwn.php%3FID%3D592+speci%C3%A1ln%C3%AD+vlastnosti+zdravotnick%C3%BDch+od%C4%9Bv%C5%AF&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEESgCF7Xwrx25e5kELAw662R8lhF-0KZS6_Zu-eE0IRnTvPnLjD4fCIagr-vA1270iie_BHvOXgVWwwtY2dSuhryYLP8nDjNc8BBLRkMpdudqQrZ6ePBBJr9spruXy0P-7W-z7q8&sig=AHIEtbTONMa-lGNvAsFihqbWWX2eEMoL_w) [citováno 2010-12-27].
- [64] **ČSN EN ISO 20645.** Plošné textilie – Zjišťování antibakteriální aktivity – Zkouška šíření agarovou destičkou. Praha: Český normalizační institut, 2005. 16 s. Třídící znak 80 0885.
- [65] **ČSN EN ISO 22612.** Ochranný oděv proti infekčním agens – Zkušební metoda odolnosti proti penetraci mikrobů za sucha. Praha: Český normalizační institut, 2005. 16 s. Třídící znak 85 5811.
- [66] **ČSN EN ISO 22610.** Operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení – Metoda stanovení odolnosti proti bakteriální penetraci za mokra. Praha: Český normalizační institut, 2007. 20 s. Třídící znak 85 5813.
- [67] **ČSN EN 11737-1.** Sterilizace zdravotnických prostředků – Mikrobiologické metody – Část 1: Stanovení populace mikroorganismů na výrobcích. Praha: Český normalizační institut, 2007. 40 s. Třídící znak 85 5260.



- [68] **ČSN EN ISO 9073-10.** Textilie – Metody zkoušení pro netkané textilie – Část 10: Odletky a jiné částice uvolňující se za sucha. Praha: Český normalizační institut, 2005. 16 s. Třídící znak 80 6180.
- [69] **ČSN EN 20811.** Textilie. Stanovení odolnosti proti pronikání vody. Zkouška tlakem vody. Praha: Český normalizační institut, 1994. 8 s. Třídící znak 80 0818.

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1.1.1.1 Pánský operační oděv: a) operační halena, b) operační kalhoty [10, 11]	16
Obr. 1.1.5.1 Operační rukavice firmy Kimberly – Clark [26]	21
Obr. 3.2.1.1 Přístroj pro měření prodyšnosti TEXTTEST FX 3300 [61]	37
Obr. 5.1.1.1 Laminární box FLOWBOX – ADS LAMINAIRE	45
Obr. 5.1.1.2 Přístroj MEDIFLEX 08	46
Obr. 5.1.1.3 Čítač částic MET ONE 3400	46
Obr. 5.1.2.1 Příprava vzorků	47
Obr. 5.1.3.1 Komplex připravených přístrojů pro zkoušku linting	48
Obr. 5.2.1.1 Autokláv TUTTNAUER 2540 EA	52
Obr. 5.2.1.2 Přístroj pro měření penetrace mikroorganismů za mokra	52
Obr. 5.2.2.2.1 Schéma desetinásobného ředění koncentrace $10^8$ CFU/ml na koncentraci $10^4$ CFU/ml	55
Obr. 5.2.3.1 Schéma kruhové sestavy – upnutí vzorku číslo 1 – 5	56
Obr. 5.2.3.2 Schéma kruhové sestavy – upnutí vzorku číslo 6	57
Obr. 5.2.3.3 Kolonie bakterií – materiál 2 (Kimberly – Clark), miska 1 – 6	57
Obr. 5.2.3.4 Počítání kolonií bakterií – materiál 1 (Hartmann – Rico a.s.), miska 1, 5	58
Obr. 5.2.3.5 Kolonie bakterií – materiál 4 (Panep s.r.o.), miska 1	58
Obr. 5.3.1.1.1 Přístroj PERMETEST	62
Obr. 5.3.2.1.1 Přístroj SDL M021S	65
Obr. 5.3.3.1.1 Přístroj ALAMBETA	67

## **SEZNAM TABULEK**

Tab. 1.1.2.1 Druhy operačních plášťů [13, 14, 15, 16, 19, 20]	17
Tab. 1.1.3.1 Druhy operačních ústenek [22]	19
Tab. 1.1.4.1 Druhy operačních čepic [23]	20
Tab. 1.1.6.1 Druhy návleků na obuv [27]	22
Tab. 1.2.1.1 Ceny jednorázových a opakovaně použitelných ochranných zdravotnických prostředků užívaných na operačním sále [17, 38]	24
Tab. 2.2.1.3.1 Požadavky na provedení pro operační pláště [18]	32
Tab. 4.1 Materiály pro účely experimentu	43
Tab. 5.1.4.1 Výsledné hodnoty – koeficient vzniku odletků z materiálu $C_L$ [-], index pro přítomné částice IPM [-]	49
Tab. 5.2.2.1.1 Složení Nutrient Agarů WITH NaCl	54
Tab. 5.2.4.1 Výsledné hodnoty – ukazatel nepropustnosti bariéry $I_B$ [-]	59
Tab. 5.3.1.3.1 Výsledné průměrné hodnoty – relativní propustnost vodních par $\bar{p}$ [%]	64
Tab. 5.3.2.3.1 Výsledné průměrné hodnoty – prodyšnost $\bar{R}$ [mm.s <sup>-1</sup> ]	66
Tab. 5.3.3.3.1 Výsledné průměrné hodnoty – měrná tepelná vodivost $\bar{\lambda}$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ], plošný odpor vedení tepla $\bar{r}$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	68

## **SEZNAM GRAFŮ**

Graf 5.1 Grafické zobrazení nedostatků operačních plášťů na základě dotazníků	44
Graf 5.1.4.1 Grafické porovnání výsledných hodnot $C_L$ a IPM s požadavky na provedení pro operační pláště dle normy ČSN EN 13795-3	50
Graf 5.2.4.1 Grafické porovnání výsledných hodnot $I_B$ s požadavky na provedení pro operační pláště dle normy ČSN EN 13795-3	60
Graf 5.3.1.2.1 Odečtení maximálních hodnot $p_0$ a $p_1$ – materiál 5 (Kurýr), vzorek 5	63
Graf 5.3.1.3.1 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot relativní propustnosti vodních par $\bar{p}$ [%]	64
Graf 5.3.2.3.1 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot prodyšnosti $\bar{R}$ [mm.s <sup>-1</sup> ]	66
Graf 5.3.3.3.1 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot měrné tepelné vodivosti $\bar{\lambda}$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	69
Graf 5.3.3.3.2 Grafické vyhodnocení výsledných průměrných hodnot plošného odporu vedení tepla $\bar{r}$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	69

## **SEZNAM PŘÍLOH**

PŘÍLOHA I – PRÁVNÍ PŘEDPISY	II
PŘÍLOHA II – POŽADAVKY DLE NORMY ČSN EN 13795-3	VII
PŘÍLOHA III – POUŽITÉ OPERAČNÍ PLÁŠTĚ	IX
PŘÍLOHA IV – DOTAZNÍK	XII
PŘÍLOHA V – POUŽITÉ VZORCE	XVI
PŘÍLOHA VI – TŘEPIVOST (LINTING)	XVII
PŘÍLOHA VII – ODOLNOST PROTI MIKROBIÁLNÍ PENETRACI ZA MOKRA	XXXIII
PŘÍLOHA VIII – KOMFORT	XXXIV

## PŘÍLOHA I – právní předpisy

Tab. PI.1 Právní předpisy Evropské unie [42]

ČÍSLO	ZNĚNÍ
<b>90/385/EHS</b>	<i>Směrnice Rady</i> o sbližování právních předpisů členských států týkajících se aktivních implantabilních zdravotnických prostředků
<b>93/42/EHS</b>	<i>Směrnice Rady</i> o zdravotnických prostředcích
<b>2003/12/ES</b>	<i>Směrnice Komise</i> o změně klasifikace prsních implantátů v rámci směrnice 93/42/EHS o zdravotnických prostředcích
<b>2003/32/ES</b>	<i>Směrnice Komise</i> , kterou se zavádějí podrobné specifikace, pokud jde o požadavky stanovené ve směrnici Rady 93/42/EHS pro zdravotnické prostředky vyrobené s použitím tkání zvířecího původu
<b>2001/104/ES</b>	<i>Směrnici Evropského parlamentu a Rady</i> , kterou se mění směrnice Rady 93/42/EHS o zdravotnických prostředcích
<b>2000/70/ES</b>	<i>Směrnici Evropského parlamentu a Rady</i> , kterou se mění směrnice Rady 93/42/EHS s ohledem na zdravotnické prostředky obsahující stabilní deriváty z lidské krve nebo lidské plazmy
<b>2005/50/ES</b>	<i>Směrnice Komise</i> o nové klasifikaci endoprotéz kyčelního, kolenního a ramenního kloubu v rámci směrnice Rady 93/42/EHS o zdravotnických prostředcích
<b>98/79/ES</b>	<i>Směrnice Evropského parlamentu a Rady</i> o diagnostických zdravotnických prostředcích in vitro
<b>202/364/ES</b>	<i>Rozhodnutí Komise</i> o společných technických specifikacích pro diagnostické zdravotnické prostředky in vitro
<b>2007/47/ES</b>	<i>Směrnici Evropského parlamentu a Rady</i> , kterou se mění směrnice Rady 90/385/EHS o sbližování právních předpisů členských států týkajících se aktivních implantabilních zdravotnických, směrnice Rady 93/42/EHS o zdravotnických prostředcích a směrnice 98/8/ES o uvádění biocidních přípravků na trh
<b>2010/227/EU</b>	<i>Rozhodnutí Komise</i> o Evropské databance zdravotnických prostředků (Eudamed)

Tab. PI.2 Zákony Ministerstva zdravotnictví České republiky v oblasti zdravotnických prostředků [42]

ČÍSLO	ZNĚNÍ
<b>22/1997 Sb.</b>	Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
<b>71/2000 Sb.</b>	Zákon, se kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů a některé další zákony
<b>205/2002 Sb.</b>	Zákon, se kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a některé další zákony
<b>226/2003 Sb.</b>	Zákon, se kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a některé další zákony
<b>123/2000 Sb.</b>	Zákon o zdravotnických prostředcích a o změně některých souvisejících zákonů ve znění zákona č. 130/2003 Sb. a 274/2003 Sb.
<b>130/2003 Sb.</b>	Zákon, kterým se mění zákon č. 123/2000 Sb., o zdravotnických prostředcích a o změně některých souvisejících zákonů a některé další zákony
<b>346/2003 Sb.</b>	Zákon, kterým se vyhlašuje úplné znění zákona č. 123/2000 Sb., o zdravotnických prostředcích a o změně některých souvisejících zákonů jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 130/2003 Sb. a zákonem č. 274/2003 Sb.
<b>58/2005 Sb.</b>	Zákon, kterým se mění zákon č. 123/2000 Sb., o zdravotnických prostředcích a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání ve znění pozdějších předpisů
<b>196/2010 Sb.</b>	Zákon, kterým se mění zákon č. 123/2000 Sb., o zdravotnických prostředcích a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (jedná se o transpozici Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/47/ES ze dne 5. září 2007)
<b>102/2001 Sb.</b>	Zákon o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zá-

	konů ve znění zákona č. 146/2002 Sb. a 277/2003 Sb.
<b>277/2003 Sb.</b>	Zákon, kterým se mění zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 146/2002 Sb., zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisů
<b>59/1998 Sb.</b>	Zákon o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku ve znění zákona č. 209/2000 Sb.
<b>209/2000 Sb.</b>	Zákon, se kterým se mění zákon č. 59/1998 Sb., o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku

Tab. PI.3 Nařízení vlády Ministerstva zdravotnictví České republiky v oblasti zdravotnických prostředků [42]

<b>ČÍSLO</b>	<b>ZNĚNÍ</b>
<b>336/2004 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
<b>212/2007 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky
<b>245/2009 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky, a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, ve znění nařízení vlády č. 212/2007 Sb.



	Toto nařízení nabývá účinnosti 21. března 2010 a implementuje do českého právního systému Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/47/ES.
<b>154/2004 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
<b>307/2009 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 154/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky a kterým se mění nařízení vlády č. 251/2003 Sb., kterým se mění některá nařízení vlády vydaná k provedení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
<b>453/2004 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na diagnostické zdravotnické prostředky in vitro
<b>246/2009 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 453/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na diagnostické zdravotnické prostředky in vitro
<b>342/2000 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se stanoví zdravotnické prostředky, které mohou ohrozit zdraví člověka

Tab. PI.4 Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví České republiky v oblasti zdravotnických prostředků [42]

ČÍSLO	ZNĚNÍ
<b>316/2000 Sb.</b>	Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví náležitosti závěrečné zprávy o klinickém hodnocení zdravotnického prostředku

<b>501/2000 Sb.</b>	Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví formy, způsoby ohlašování nežádoucích příhod zdravotnických prostředků, jejich evidování, šetření a vyhodnocování, dokumentace a její uchovávání a následné sledování s cílem předcházení vzniku nežádoucích příhod, zejména jejich opakování (vyhláška o nežádoucích příhodách zdravotnických prostředků)
<b>304/2003 Sb.</b>	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 501/2000 Sb., kterou se stanoví formy, způsoby ohlašování nežádoucích příhod zdravotnických prostředků, jejich evidování, šetření a vyhodnocování, dokumentace a její uchovávání a následné sledování s cílem předcházení vzniku nežádoucích příhod, zejména jejich opakování (vyhláška o nežádoucích příhodách zdravotnických prostředků)
<b>356/2001 Sb.</b>	Vyhláška Ministerstva zdravotnictví o povolování výjimek ze splnění technických požadavků na zdravotnický prostředek pro jeho použití při poskytování zdravotní péče a o rozsahu zveřejňovaných údajů o jejich povolení
<b>11/2005 Sb.</b>	Vyhláška, kterou se stanoví druhy zdravotnických prostředků se zvýšeným rizikem pro uživatele nebo třetí osoby a o sledování těchto prostředků pro jejich uvedení na trh

## PŘÍLOHA II – požadavky dle normy ČSN EN 13795-3

Tab. PII.1 Požadavky na provedení pro operační roušky [16]



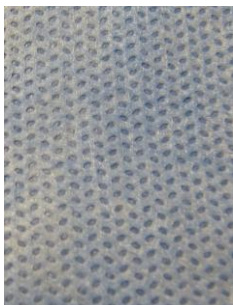
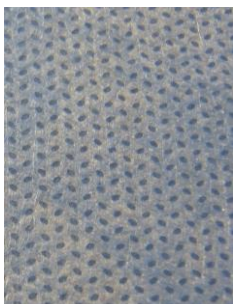




Charakteristika	Jednotka	Požadavek			
		Běžné provedení		Nadstandardní provedení	
		Kritická oblast výrobku	Méně kritická oblast výrobku	Kritická oblast výrobku	Méně kritická oblast výrobku
Odolnost proti mikrobiální penetraci za sucha	lg (CFU)	NV	$\leq 2^{a, c}$	NV	$\leq 2^{a, c}$
Odolnost proti mikrobiální penetraci za mokra	I <sub>B</sub>	$\geq 2,8^b$	NV	6,0 <sup>b, d</sup>	NV
Čistota - mikrobiální	lg (CFU/dm <sup>2</sup> )	$\leq 2^c$	$\leq 2^c$	$\leq 2^c$	$\leq 2^c$
Čistota – nepřítomnost partikulárního materiálu	IPM	$\leq 3,5$	$\leq 3,5$	$\leq 3,5$	$\leq 3,5$
Třepivost	lg (poč. vláken)	$\leq 4,0$	$\leq 4,0$	$\leq 4,0$	$\leq 4,0$
Odolnost proti penetraci kapalin	cm H <sub>2</sub> O	$\geq 30$	$\geq 10$	$\geq 100$	$\geq 10$
Pevnost v protržení – za sucha	kPa	$\geq 40$	$\geq 40$	$\geq 40$	$\geq 40$
Pevnost v protržení – za mokra	kPa	$\geq 40$	NV	$\geq 40$	NV
Pevnost v tahu – za sucha	N	$\geq 15$	$\geq 15$	$\geq 20$	$\geq 20$
Pevnost v tahu – za mokra	N	$\geq 15$	NV	$\geq 20$	NV
NV = není vyžadováno a Zkušební podmínky: provokační koncentrace 10 <sup>8</sup> CFU/g mastku a 30 minut doba vibrace. b Nejmenší významná odchylka (LSD) pro I <sub>B</sub> při stanovení podle EN ISO 22610, byla zjištěna 0,98 při 95% konfidenční úrovni. Toto je minimální odchylka, která je potřebná pro rozlišení mezi dvěma materiály, pokládanými za odlišné. Z tohoto důvodu materiály, které se odlišují až do 0,98 I <sub>B</sub> , nejsou pravděpodobně odlišné. (95% úroveň konfidence znamená, že pozorovatel bude mít správný závěr při přijetí této alternativy 19krát ze 20 případů). c Pro účely této normy, lg CFU $\leq 2$ znamená maximum 300 CFU. d I <sub>B</sub> = 6,0 pro účely této normy znamená: žádná penetrace. I <sub>B</sub> = 6,0 je maximální dosažitelná hodnota.					

Tab. PII.2 Požadavky na provedení pro operační oděvy do čistých prostor [16]

Charakteristika	Jednotka	Požadavek
Odolnost proti mikrobiální penetraci za sucha	lg (CFU)	$\leq 2^{a, c}$
Čistota - mikrobiální	lg (CFU/dm <sup>2</sup> )	$\leq 2^c$
Čistota – nepřítomnost partikulárního materiálu	IPM	$\leq 3,5$
Třepivost	lg (počet vláken)	$\leq 4,0$
Pevnost v protržení –za sucha	kPa	$\geq 40$
Pevnost v tahu – za sucha	N	$\geq 20$
<p>a Zkušební podmínky: provokační koncentrace 10<sup>8</sup> CFU/g mastku a 30 minut doba vibrace.</p> <p>b Požadavky na provedení platí u operačních oděvů do čistých prostor pro všechny oblasti použití výrobku, protože operační oděvy do čistých prostor se mají používat navíc k operačním plášťům a nikoliv jako jejich náhrada.</p> <p>c Pro účely této normy, lg CFU <math>\leq 2</math> znamená maximum 300 CFU.</p>		

## PŘÍLOHA III – použité operační pláště

Tab. PIII.1 Druhy použitých operačních plášťů pro účely experimentu

PŘEDNÍ DÍL	ZADNÍ DÍL	STRUKTURA	
FIRMA HARTMANN – RICO a.s.			
		LÍC	
		RUB	
FIRMA KIMBERLY - CLARK			
		LÍC	
		RUB	

FIRMA LOHMANN & RAUSCHER			
		Líc	
		RUB	
FIRMA PANEP s.r.o.			
		Líc	
		RUB	

FIRMA KURÝR			
		LÍC	
		RUB	

## PŘÍLOHA IV – dotazník

Dobrý den,

jmenuji se Jana Kubíková a jsem studentkou Technické univerzity v Liberci, Fakulty textilní. Chtěla bych Vás požádat o vyplnění tohoto dotazníku, který se zaměřuje na používání jednorázových oděvů ve zdravotnictví (operačních plášťů) a jejich vlastností. Dotazník bude sloužit výhradně pro potřeby mé diplomové práce a je zcela anonymní.

Děkuji za Váš čas.

Jana Kubíková

### 1. Pohlaví

- ☐ muž
- ☐ žena

### 2. Věk

- ☐ do 25
- ☐ 25 - 35
- ☐ 36 - 45
- ☐ 46 - 55
- ☐ nad 55

### 3. V jaké nemocnici (název nemocnice a město) a na jakém oddělení této nemocnice pracujete?

.....

### 4. Ve zdravotnictví pracujete jako

- ☐ všeobecná sestra
- ☐ lékař/ka
- ☐ primář/ka
- ☐ jiné: .....

### 5. Kolik let pracujete ve zdravotnictví?

- ☐ do 5 let
- ☐ 5 – 15 let
- ☐ 16 – 25 let
- ☐ nad 25 let

### 6. Jaký plášť používáte na operačním sále?

- ☐ opakovaně použitelný
- ☐ jednorázový

### 7. Dle Vašeho mínění a zkušeností je na operačním sále vhodnější použít

- ☐ opakovaně použitelný plášť
- ☐ jednorázový plášť

### 8. Dle odpovědi na předchozí otázku uveďte alespoň jeden důvod, proč je lepší použít Vámi zvolený plášť

.....  
.....



**9. Jak se cítíte v používaném plášti z hlediska komfortu?**

- ☐ velmi dobře
- ☐ dobře
- ☐ uspokojivě
- ☐ špatně
- ☐ velmi špatně

**10. Co by jste rád/a změnil/a na Vámi používaném druhu operačních plášťů**

- ☐ velikost
- ☐ délku
- ☐ střih
- ☐ komfort (např. prodyšnost materiálu)
- ☐ trvanlivost
- ☐ nic
- ☐ jiné: .....

**11. Měl/a by jste zájem o to, aby na Vámi používaném plášti byla zjištěna odolnost tohoto pláště vůči bakteriím?**

- ☐ ano
- ☐ ne

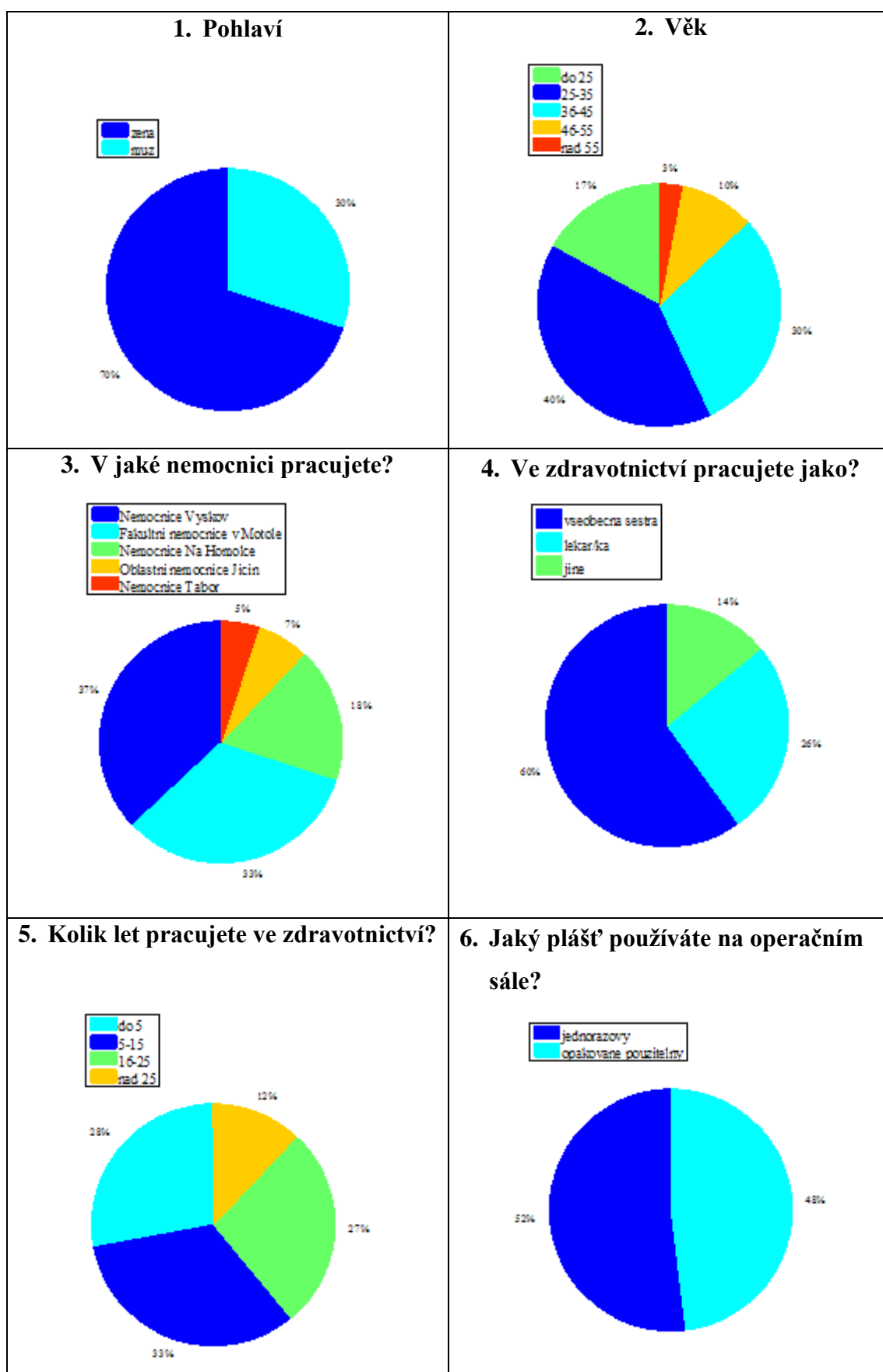
**12. Je možné jít na operační sál operovat bez operační čepice a roušky?**

- ☐ ano
- ☐ ne
- ☐ bez operační čepice ano, bez roušky ne
- ☐ bez operační čepice ne, bez roušky ano
- ☐ nevím

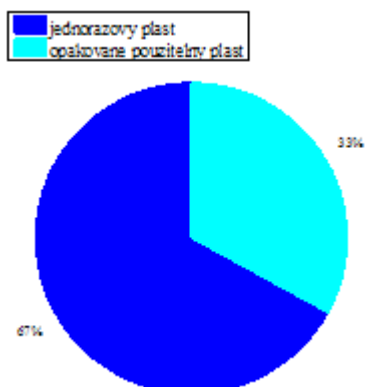
Děkuji Vám za čas, který jste věnoval/a vyplnění tohoto dotazníku.

Hezký zbytek dne.  
Jana Kubíková

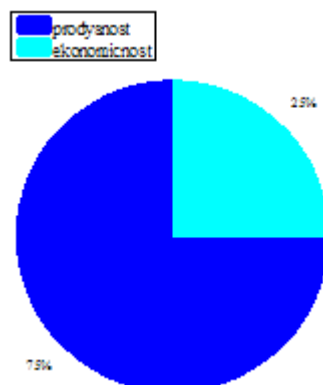
Tab. PIV.1 Grafické vyhodnocení dotazníku



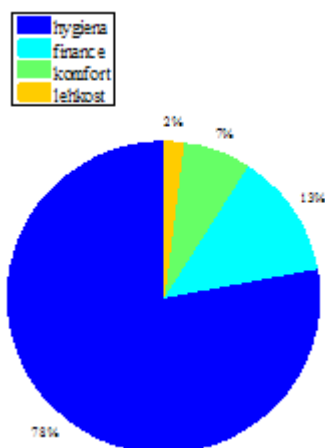
7. Dle Vašeho mínění a zkušenosti je na operačním sále vhodnější použít



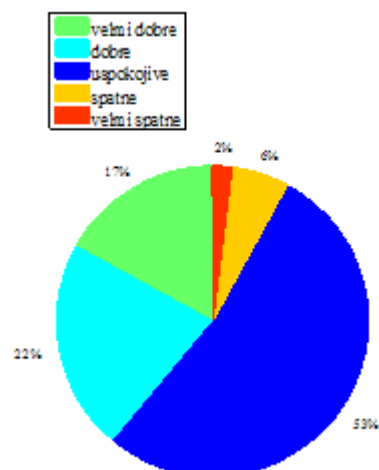
8. Důvody, proč je lepší použít OPAKOVANĚ POUŽITELNÝ plášť



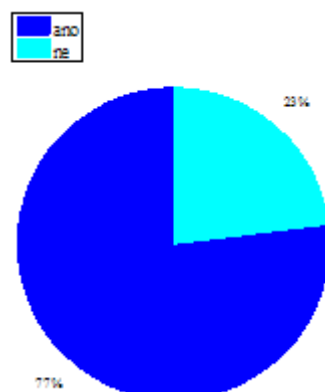
8. Důvody, proč je lepší použít JEDNORÁZOVÝ plášť



9. Jak se cítíte v používaném plášti z hlediska komfortu?



11. Měl/a by jste zájem o to, aby na Vámi používaném plášti byla zjištěna odolnost tohoto pláště vůči bakteriím?



12. Je možné jít na operační sál operovat bez operační čepice a roušky?



## PŘÍLOHA V – použité vzorce

Tab. PV.1 Použité vzorce - statistika

Název	Značka	Vzorec	Jednotky
ARITMETICKÝ PRŮMĚR	$\bar{x}$	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	dle jednotek souboru dat
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA	s	$\sqrt{s^2}$	dle jednotek souboru dat
VARIAČNÍ KOEFIENT	v	$\frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$	%
ROZPTYL	$s^2$	$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$	(dle jednotek souboru dat) <sup>2</sup>
INTERVAL SPOLEHLIVOST	95% IS	$\bar{x} \pm t_{0,95 (n-1)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$	dle jednotek souboru dat

## PŘÍLOHA VI – třepivost (linting)

Tab. PVI.1 Primární data načtená z čítače částic MET ONE 3400 - Hartmann – Rico a.s.

VZOREK	POČET ČÁSTIC U UVEDENÝCH VELIKOSTÍ ČÁSTIC							
	0,5μm	1,0μm	2,0μm	3,0μm	5,0μm	10,0μm	15,0μm	25,0μm
<b>C<sub>0</sub></b>	65	46	39	39	38	0	0	0
	83	71	55	54	54	0	0	0
	134	95	71	70	69	1	1	0
	147	112	81	80	79	2	0	0
	121	102	72	71	70	0	0	0
	138	111	89	87	85	0	0	0
	146	115	85	82	80	0	0	0
	127	96	72	71	71	0	0	0
	137	101	71	71	71	0	0	0
	153	107	76	75	74	0	0	0
<b>Vzorek A1</b>	746	661	579	562	507	70	50	37
	518	439	364	350	309	14	7	2
	483	400	330	321	291	13	6	2
	451	356	294	279	260	10	4	1
	430	339	279	267	250	8	1	0
	382	307	253	241	229	9	5	1
	478	373	293	285	271	8	4	1
	558	464	378	358	330	7	4	3
	602	498	402	388	362	12	4	0
	579	468	365	355	325	10	1	0
<b>Vzorek A2</b>	735	648	549	528	483	58	36	24
	517	429	331	330	289	27	11	3
	462	389	304	284	257	10	4	1
	439	344	274	251	230	5	3	1
	415	316	251	238	215	2	1	0
	408	283	229	205	187	2	1	0
	427	352	285	249	253	1	0	1
	495	403	353	284	332	0	0	1
	573	457	392	341	284	0	1	0
	548	432	352	320	299	3	1	1
<b>Vzorek A3</b>	726	632	541	538	485	53	36	13
	486	457	328	311	274	12	7	1
	453	397	285	297	256	8	5	2
	399	336	250	247	238	4	2	0
	371	328	241	209	218	2	1	1

	355	265	237	224	198	2	0	0
	396	304	239	226	218	4	3	1
	453	378	308	299	301	3	1	2
	512	437	376	348	338	6	1	0
	505	477	333	312	280	3	0	0
<b>Vzorek A4</b>	751	666	584	567	513	68	43	32
	523	445	369	355	314	17	8	3
	488	405	335	326	297	11	4	3
	456	361	299	284	265	8	3	2
	436	345	284	273	255	7	0	1
	387	313	258	246	234	5	3	0
	484	378	299	292	276	7	5	2
	563	469	383	363	335	6	3	1
	607	503	406	394	367	10	3	0
	585	473	370	361	332	6	1	1
<b>Vzorek A5</b>	725	643	553	544	486	54	25	12
	495	418	347	328	279	12	6	1
	464	379	311	298	275	8	3	1
	438	336	270	254	237	11	4	0
	411	305	253	242	231	7	1	0
	365	286	239	219	203	5	3	1
	453	351	271	261	247	4	2	2
	539	449	352	332	312	5	2	2
	583	477	385	363	347	6	1	1
	553	442	343	337	308	3	0	0
<b>Vzorek B1</b>	726	596	523	505	479	26	13	7
	415	341	303	289	277	12	5	0
	326	247	211	202	193	8	3	0
	224	184	145	143	135	5	1	0
	187	141	105	103	101	3	2	1
	172	133	108	106	99	1	1	1
	164	130	108	103	99	2	0	0
	189	146	114	112	109	0	0	0
	162	125	97	94	91	1	0	0
	142	109	91	90	89	1	0	0
<b>Vzorek B2</b>	663	504	460	351	311	31	20	12
	441	397	357	252	231	19	5	4
	303	247	199	188	169	10	5	3
	272	215	173	171	161	4	1	1
	185	158	135	112	105	5	3	0
	161	155	127	109	105	2	1	1
	170	143	111	104	97	2	2	0

	162	152	103	117	101	1	1	0
	168	130	99	95	93	0	0	0
	153	128	98	91	91	1	0	1
<b>Vzorek B3</b>	706	581	513	494	469	25	12	5
	402	328	307	285	273	11	6	2
	342	255	201	185	189	8	4	1
	217	179	153	143	134	4	1	0
	199	139	113	102	95	2	2	0
	177	134	108	109	96	2	0	1
	158	151	114	101	102	1	0	1
	153	142	102	105	98	0	1	0
	162	127	99	98	93	1	0	0
	151	111	92	90	87	0	0	0
<b>Vzorek B4</b>	716	576	518	499	463	26	15	8
	418	333	312	301	284	14	5	3
	351	239	219	207	200	7	4	1
	208	190	163	155	147	6	2	0
	191	155	149	107	99	2	1	1
	169	151	116	103	104	1	1	1
	159	146	106	112	95	2	0	1
	162	148	103	101	97	0	0	0
	151	131	100	101	92	0	1	0
	147	115	93	89	91	1	0	0
<b>Vzorek B5</b>	685	538	497	437	388	28	19	5
	437	383	332	289	225	16	7	5
	334	258	205	179	161	9	6	2
	232	199	179	160	143	2	2	2
	191	163	159	126	117	4	2	0
	173	171	138	112	103	3	0	1
	168	148	119	107	99	2	1	0
	172	126	102	113	95	0	1	1
	153	122	105	103	94	0	1	0
	144	113	100	97	85	1	0	0

Tab. PVI.2 Primární data načtená z čítače částic MET ONE 3400 – Kimberly - Clark

VZOREK	POČET ČÁSTIC U UVEDENÝCH VELIKOSTÍ ČÁSTIC							
	0,5μm	1,0μm	2,0μm	3,0μm	5,0μm	10,0μm	15,0μm	25,0μm
<b>C<sub>0</sub></b>	164	132	105	102	96	1	0	0
	182	135	113	112	108	0	0	0
	169	118	93	92	92	0	0	0
	185	127	103	103	102	0	0	0
	173	118	95	94	94	0	0	0
	194	141	119	117	117	1	1	0
	195	142	110	109	109	0	0	0
	149	105	84	84	83	0	0	0
	171	120	96	95	95	0	0	0
	178	124	103	103	102	0	0	0
<b>Vzorek A1</b>	655	576	499	488	449	127	104	84
	472	404	353	335	299	37	29	18
	429	357	302	290	265	22	12	6
	423	335	270	263	241	11	5	3
	367	290	240	227	205	13	6	2
	385	293	242	228	214	7	5	2
	377	316	265	252	236	16	7	6
	365	300	235	228	213	10	6	1
	446	337	276	267	248	10	3	1
	437	338	270	265	246	9	5	3
<b>Vzorek A2</b>	624	558	471	469	422	114	93	64
	451	385	338	327	273	42	31	22
	401	336	284	374	248	16	9	7
	398	317	247	241	226	11	4	3
	423	316	258	247	225	13	5	2
	267	273	221	205	194	12	6	3
	419	312	253	239	227	15	7	4
	356	301	258	241	228	8	5	2
	342	278	225	217	196	5	3	1
	341	286	217	201	187	4	3	1
<b>Vzorek A3</b>	615	521	462	448	401	99	73	52
	443	372	317	308	284	43	29	15
	389	326	274	265	258	18	11	7
	395	332	257	261	243	9	5	4
	348	284	276	242	227	8	3	1
	321	264	221	217	213	5	6	1
	343	301	254	247	238	11	7	3
	339	283	222	201	198	7	5	0



	397	348	326	281	263	8	3	1
	403	375	353	342	299	9	6	2
<b>Vzorek A4</b>	682	603	526	515	476	132	109	75
	499	431	380	362	326	42	36	21
	456	384	329	317	292	23	11	9
	450	362	297	290	268	13	4	2
	294	317	267	254	232	12	6	3
	412	320	269	255	241	13	6	4
	404	343	292	279	263	7	2	1
	389	325	262	255	240	5	3	0
	464	365	297	292	273	8	4	1
	473	364	303	294	275	11	4	2
<b>Vzorek A5</b>	641	562	487	476	437	115	93	72
	459	391	340	210	277	43	36	17
	433	324	263	254	235	16	7	8
	426	326	257	253	233	13	6	4
	417	245	290	276	253	7	5	3
	406	318	252	246	224	9	7	2
	354	276	126	213	191	8	4	1
	372	280	229	216	201	7	3	2
	364	303	252	239	224	6	4	2
	351	286	220	214	198	5	2	1
<b>Vzorek B1</b>	813	634	578	568	545	17	11	9
	607	446	394	388	368	13	8	4
	479	366	316	309	295	7	5	4
	428	329	278	270	255	4	2	1
	343	260	218	206	189	1	1	0
	397	315	255	248	224	1	0	0
	370	275	215	201	189	1	1	0
	419	343	276	269	243	5	0	0
	367	297	235	227	213	4	0	0
	393	317	243	234	213	1	0	0
<b>Vzorek B2</b>	825	645	591	577	557	19	12	8
	618	458	405	396	381	14	10	5
	492	378	327	320	303	8	6	2
	442	341	287	281	269	3	3	2
	356	275	231	217	204	2	1	1
	412	327	266	262	240	1	0	0
	384	287	226	217	196	2	1	0
	399	352	285	279	251	6	1	0
	379	314	249	243	224	5	0	1
	407	331	254	242	223	2	0	0

<b>Vzorek B3</b>	778	591	535	525	502	14	9	7
	573	412	362	354	334	8	7	4
	447	334	284	277	263	5	4	2
	399	302	249	241	226	3	1	1
	395	319	252	245	219	4	1	0
	378	296	236	229	205	2	0	1
	379	303	229	220	199	1	1	0
	354	284	222	214	201	3	0	0
	357	262	202	188	176	2	0	0
	334	251	209	197	181	1	0	0
<b>Vzorek B4</b>	793	628	652	541	528	15	8	6
	584	421	379	372	347	13	9	5
	456	343	205	286	274	6	6	3
	411	307	254	253	238	3	1	1
	398	326	271	253	239	2	1	0
	363	301	253	234	217	1	0	0
	355	256	198	184	173	2	1	1
	323	244	202	185	166	1	0	0
	341	267	243	216	214	2	1	0
	375	298	256	241	211	1	0	0
<b>Vzorek B5</b>	809	623	589	564	542	19	10	8
	622	457	386	369	354	15	9	5
	465	351	302	286	274	8	4	3
	417	314	263	247	243	5	2	2
	339	248	205	209	203	3	1	0
	288	295	251	243	238	1	0	1
	368	264	225	198	172	1	0	0
	401	327	256	245	233	2	1	0
	356	279	221	218	204	3	0	1
	284	308	236	241	225	2	0	0

Tab. PVI.3 Primární data načtená z čítače částic MET ONE 3400 – Lohmann & Rauscher

VZOREK	POČET ČÁSTIC U UVEDENÝCH VELIKOSTÍ ČÁSTIC							
	0,5μm	1,0μm	2,0μm	3,0μm	5,0μm	10,0μm	15,0μm	25,0μm
<b>C<sub>0</sub></b>	61	43	32	30	30	2	2	1
	111	82	61	60	59	0	0	0
	109	86	67	66	66	1	0	0
	116	86	63	63	63	0	0	0
	146	106	80	79	77	0	2	0
	144	102	73	72	71	0	0	0
	142	106	83	83	81	0	0	0
	130	98	79	77	77	0	0	0
	128	99	75	73	71	0	0	0
	144	103	75	73	73	0	0	0
<b>Vzorek A1</b>	416	328	302	297	289	16	2	1
	318	252	230	229	225	5	1	0
	237	194	177	173	171	3	2	2
	148	104	85	84	83	0	0	0
	130	93	81	81	80	0	0	0
	124	94	75	74	74	0	0	0
	96	76	65	62	61	1	1	1
	103	76	60	58	58	0	0	0
	100	75	57	56	55	0	0	0
	98	75	59	59	58	1	0	0
<b>Vzorek A2</b>	352	337	323	318	310	30	17	7
	203	177	157	155	150	17	5	0
	209	187	173	172	167	14	2	2
	116	88	76	74	72	4	3	2
	103	71	62	62	61	2	2	2
	115	82	65	64	62	0	0	0
	110	83	68	68	68	2	1	1
	108	83	64	64	63	0	0	0
	98	71	57	55	55	0	0	0
	102	74	59	59	58	0	0	0
<b>Vzorek A3</b>	401	357	308	304	291	23	13	2
	324	276	248	239	231	12	4	1
	249	205	183	181	177	4	2	2
	163	128	99	83	81	3	1	0
	135	99	87	84	79	0	0	0
	128	93	81	80	73	1	0	0

	101	82	73	64	61	0	1	0
	97	84	71	66	57	0	0	0
	102	81	68	54	54	1	0	1
	99	79	60	58	56	0	0	0
<b>Vzorek A4</b>	398	305	289	277	261	14	3	2
	287	233	217	201	200	7	2	1
	224	178	152	149	143	4	2	1
	129	86	63	61	79	2	0	1
	123	76	79	72	80	0	1	0
	117	83	71	73	72	1	0	0
	102	79	71	68	59	0	0	0
	99	78	64	57	57	0	1	0
	96	71	53	51	53	0	0	0
	97	73	57	54	54	0	0	0
<b>Vzorek A5</b>	372	288	264	251	247	19	7	4
	279	214	197	181	180	8	5	3
	204	175	173	170	171	4	1	1
	137	125	94	91	90	2	1	1
	125	91	79	76	72	0	1	0
	103	83	71	69	74	0	0	0
	97	81	64	61	65	1	0	1
	95	72	58	57	54	1	0	0
	102	81	62	58	55	0	0	0
	96	74	58	58	57	0	0	0
<b>Vzorek B1</b>	480	394	323	310	290	12	6	2
	414	315	263	255	247	3	2	2
	248	171	144	140	138	0	0	0
	177	127	107	107	105	8	2	1
	130	91	73	72	72	2	1	1
	123	94	78	75	73	2	1	0
	104	77	56	55	55	0	0	0
	121	96	83	82	82	1	0	0
	108	80	59	59	58	2	0	0
	124	86	68	65	63	0	0	0
<b>Vzorek B2</b>	404	379	357	353	243	42	15	7
	222	204	187	185	181	32	14	3
	185	168	158	158	155	14	7	1
	195	174	158	156	153	1	1	0
	105	73	64	64	62	1	1	0
	107	76	60	60	56	3	2	2
	102	75	58	57	56	0	0	0
	116	82	67	65	65	0	0	0

	114	87	71	71	70	0	0	0
	106	72	59	59	58	0	0	0
<b>Vzorek B3</b>	402	317	281	277	251	25	13	7
	365	283	207	182	178	14	11	4
	184	155	139	141	139	12	6	2
	154	151	148	143	151	6	1	0
	127	82	71	69	68	1	2	0
	101	83	73	75	69	1	0	1
	95	72	64	61	62	1	1	0
	102	87	81	73	67	0	0	0
	97	89	68	63	54	0	1	0
	95	75	63	59	53	0	0	0
<b>Vzorek B4</b>	444	386	350	304	281	38	13	5
	318	241	209	175	179	24	5	2
	197	174	152	151	153	6	2	0
	183	158	151	147	127	2	1	0
	116	84	78	75	65	1	0	1
	109	81	72	68	69	0	1	0
	101	78	73	68	62	1	1	0
	97	71	65	65	61	0	0	0
	103	81	69	61	64	0	1	1
	104	82	72	69	66	1	0	0
<b>Vzorek B5</b>	427	365	341	307	292	23	11	8
	351	316	264	224	199	17	9	5
	215	183	157	137	131	4	1	1
	183	168	162	154	155	3	0	1
	137	101	84	72	68	0	0	1
	107	89	85	76	72	1	1	0
	96	74	71	65	62	0	0	0
	102	85	69	63	59	1	0	0
	98	76	73	64	68	1	0	0
	95	79	72	68	54	0	0	0

Tab. PVI.4 Primární data načtená z čítače částic MET ONE 3400 – Panep s.r.o.

VZOREK	POČET ČÁSTIC U UVEDENÝCH VELIKOSTÍ ČÁSTIC							
	0,5µm	1,0µm	2,0µm	3,0µm	5,0µm	10,0µm	15,0µm	25,0µm
<b>C<sub>0</sub></b>	221	154	117	115	108	6	2	1
	197	147	122	121	116	0	0	0
	198	146	116	114	112	0	0	0
	175	123	97	95	94	0	0	0
	171	117	87	85	83	1	1	0
	194	143	115	114	112	0	0	0
	172	125	102	100	100	0	0	0
	173	131	110	110	108	0	0	0
	184	142	116	116	113	0	0	0
	189	141	116	115	115	0	0	0
<b>Vzorek A1</b>	14123	12972	11048	10418	8816	620	278	137
	19262	17506	14651	13772	11759	646	239	83
	17454	15657	12953	12111	10251	564	192	72
	15215	13545	11158	10463	9021	438	148	36
	12218	10867	8891	8386	7217	324	110	29
	10179	8951	7370	6954	5998	297	104	33
	8663	7595	6226	5837	5061	220	79	26
	7588	6602	5359	5003	4370	229	80	27
	6740	5891	4753	4466	3912	175	63	29
	6287	5488	4418	4149	3614	156	60	13
<b>Vzorek A2</b>	14248	13097	11173	10543	8941	638	285	142
	19387	17631	14776	13897	11884	661	247	89
	17579	15782	13078	12236	10376	573	199	65
	15340	13670	11283	10588	9146	452	152	47
	12343	10992	9016	8511	7342	337	116	31
	10304	9076	7495	7079	6123	306	107	37
	8788	7720	6351	5962	5186	229	85	31
	7713	6727	5484	5128	4495	241	87	25
	6865	6016	4878	4591	4037	193	69	30
	6412	5613	4543	4274	3739	165	61	15
<b>Vzorek A3</b>	13986	12740	10859	10290	8604	554	246	127
	19123	17391	14332	13529	11553	576	203	69
	17189	15382	12724	11839	9982	506	175	53
	14998	13379	10833	10231	8867	398	105	31
	12190	10661	8640	8121	701	276	95	30
	9975	8749	7029	6693	5683	251	83	27
	8539	7302	5991	5645	4824	198	64	23
	7423	6281	5098	4799	4119	175	59	25

	6528	5530	4493	4275	3745	161	57	21
	6054	5286	4112	3807	3433	135	43	9
<b>Vzorek A4</b>	14203	13154	11122	10459	8877	623	281	134
	19302	17569	14698	13821	11799	653	243	84
	17502	15691	12991	12193	10316	567	195	75
	15298	13603	11214	10506	9069	432	150	34
	12299	10904	9158	8418	7253	275	111	31
	10238	9145	7427	6991	6036	285	107	37
	8704	7630	6287	5884	5105	225	75	22
	7637	6664	5421	5064	4408	224	82	29
	6788	5946	4804	4576	3963	176	67	26
	6327	5532	4473	4203	3657	161	63	11
<b>Vzorek A5</b>	18602	16958	13391	12993	11004	596	248	121
	16862	14679	11642	11539	9821	503	183	54
	14764	13147	10775	10002	8743	386	128	31
	13756	12432	10822	10122	8354	596	175	30
	11754	10226	8840	7996	6811	276	99	18
	9991	8975	7101	6502	5523	255	74	26
	8306	6991	5832	5639	4819	171	53	17
	7023	6289	5108	4839	2972	165	62	15
	6387	5359	4333	4108	3374	147	58	13
	5972	4997	4402	3875	3338	139	53	14
<b>Vzorek B1</b>	14176	12173	9771	9170	8050	363	162	86
	17136	14636	11629	10925	9733	359	141	59
	14990	12639	9989	9448	8483	262	87	29
	11792	9842	7849	7438	6688	196	63	19
	9650	7999	6299	5985	5426	142	48	16
	8202	6773	5307	5032	4582	134	41	21
	7118	5859	4623	4389	4013	117	36	11
	6330	5203	4084	3879	3553	102	41	12
	5442	4474	3522	3364	3075	81	29	5
	4786	3891	3079	2926	2674	65	27	12
<b>Vzorek B2</b>	13929	11926	9524	8923	7803	336	137	64
	16889	14389	11382	10678	9486	315	128	52
	14743	12392	9742	9201	8236	242	69	27
	11545	9595	7602	7191	6441	177	51	17
	9403	7752	6052	5738	5179	112	32	11
	7995	6526	5060	4785	4335	109	37	13
	6871	5612	4376	4142	3776	95	29	12
	6083	4956	3837	3632	3306	105	31	9
	5195	4227	3275	3117	2828	76	27	7
	4539	3644	2832	2679	2427	48	22	8

<b>Vzorek B3</b>	14086	11987	9643	9003	7854	359	145	80
	16995	14531	11409	10754	9691	341	138	53
	14922	12478	9753	9330	8399	264	64	22
	11505	9641	7932	7310	6703	174	55	13
	9439	7552	5998	5381	5267	129	37	12
	7953	6492	5037	4821	4208	115	39	19
	6602	5701	4537	4199	3939	103	42	8
	5999	4831	3791	3606	3378	84	28	5
	5292	4117	3287	3391	2273	76	26	4
	4554	3681	2907	2755	2482	59	23	11
<b>Vzorek B4</b>	14308	12287	9955	9203	8167	402	175	93
	17390	14883	11783	11201	9875	361	147	66
	15036	12744	10174	9673	8502	270	84	23
	11842	10004	7993	7539	6691	205	68	22
	9731	8229	6550	6011	5638	148	52	14
	8392	6851	5407	5299	4691	121	43	17
	7352	6007	4823	4539	4185	113	39	11
	6486	5306	4218	4005	3689	94	36	8
	5692	4679	3632	3448	3205	73	33	6
	4823	2995	3267	3081	2847	58	25	13
<b>Vzorek B5</b>	14103	12139	9832	9267	8120	352	159	83
	17029	13925	11592	10851	9632	342	136	53
	14832	12583	9890	9376	8371	250	83	24
	11625	9743	7621	7327	6531	183	55	21
	9554	7849	6392	5831	5492	139	37	9
	8003	6739	5218	4993	4391	122	31	20
	6932	5737	4528	4271	3726	93	26	18
	6281	5374	4021	3725	3401	83	36	9
	5271	4279	3332	3189	2847	77	15	4
	4539	3724	2840	2614	2481	59	16	11



Tab. PVI.5 Primární data načtená z čítače částic MET ONE 3400 – Kurýr

VZOREK	POČET ČÁSTIC U UVEDENÝCH VELIKOSTÍ ČÁSTIC							
	0,5µm	1,0µm	2,0µm	3,0µm	5,0µm	10,0µm	15,0µm	25,0µm
C <sub>0</sub>	178	119	96	96	95	0	0	0
	160	118	90	87	86	0	0	0
	162	115	91	90	90	0	0	0
	149	103	84	84	84	0	0	0
	177	121	96	94	94	0	0	0
	128	91	79	79	79	0	0	0
	154	110	84	84	82	0	0	0
	127	84	70	69	68	0	0	0
	165	119	96	95	93	0	0	0
	142	102	84	84	83	0	0	0
Vzorek A1	19630	17825	14611	13689	11611	653	324	142
	33060	29423	23659	22097	18980	663	232	48
	34289	30222	24032	22412	19447	524	159	30
	30279	26388	20857	19553	17048	372	143	27
	27144	23432	18540	17425	15292	274	75	17
	23072	19699	15513	14496	12822	214	59	14
	20400	17336	13716	12829	11482	185	57	11
	18124	15320	12059	11337	10103	151	42	10
	16483	13819	10799	10142	9110	123	39	7
	14894	12488	9742	9207	8240	113	32	4
Vzorek A2	18698	16893	13679	12757	10679	534	329	98
	32128	28491	22727	21165	18048	512	286	37
	33357	29290	23100	21480	18515	437	143	25
	29347	25456	19925	18621	16116	366	94	16
	26212	22500	17608	16493	14360	258	62	15
	22140	18767	14581	13564	11890	199	49	12
	19468	16404	12784	11897	10550	175	41	9
	17192	14388	11127	10405	9171	142	31	8
	15552	12887	9867	9620	8178	116	27	5
	13962	11556	8810	8275	7308	97	22	2
Vzorek A3	19743	17941	14732	13872	11794	674	343	156
	33127	29539	23795	22246	19032	675	248	56
	34361	30462	24163	22587	19533	538	169	32
	30400	26548	20961	19662	17189	276	151	25
	27299	23581	18629	17583	15478	277	89	21
	23204	19824	15638	14539	12905	209	61	17
	20511	17559	13893	13004	11528	191	54	13
	18274	15428	12174	11528	10284	157	43	10

	16538	13906	10853	10255	9232	135	39	9
	14993	12623	9982	9355	8388	114	28	5
<b>Vzorek A4</b>	19431	17653	14448	13408	11437	618	301	138
	32883	29216	23659	21842	18738	649	226	43
	34289	30222	24032	22412	19126	509	137	27
	29994	26038	20648	19327	16842	357	132	20
	27863	23271	18329	17197	15073	255	65	15
	22872	19430	15367	14239	12674	174	43	11
	20231	17176	13555	12674	11296	154	39	9
	17945	15194	11853	11121	9983	145	26	7
	16299	13658	11534	9945	8952	116	25	5
	14666	12296	9537	9040	8033	103	21	3
<b>Vzorek A5</b>	18995	17632	14184	13039	11043	587	286	117
	32548	28955	23153	21742	18621	531	228	56
	33701	29877	23631	21993	18998	495	148	22
	29850	25892	20558	19042	16734	349	124	18
	26742	22995	18040	17005	14832	237	63	16
	22841	19137	15121	14030	12539	201	59	14
	20002	16992	13448	12438	11095	163	47	9
	17632	14981	11794	11068	9746	138	35	8
	16133	13427	10532	9965	8841	119	27	6
	14493	12174	9590	8971	7963	105	19	3
<b>Vzorek B1</b>	15032	13518	10946	10241	8734	350	119	38
	25387	22519	17863	16677	14403	442	137	30
	25354	22096	17531	16383	14157	323	82	19
	22606	19521	15437	14425	12654	236	69	19
	19413	16743	13151	12303	10854	179	37	8
	16626	14143	11037	10336	9151	138	45	9
	14907	12630	9963	9381	8351	116	34	10
	13136	11038	8585	8054	7191	100	22	6
	11844	9914	7703	7268	6574	87	30	6
	10822	9038	7114	6692	6024	78	28	7
<b>Vzorek B2</b>	25716	22848	18192	17006	14732	452	146	38
	25683	22425	17860	16712	14486	341	89	33
	22953	19850	15766	14754	12893	135	71	21
	19742	17072	13480	12632	11183	126	42	16
	16955	14472	11366	10665	9480	107	32	11
	15361	13847	11275	10570	9063	94	26	9
	15236	12959	10297	9710	8680	85	25	7
	13465	11367	8914	8383	7520	83	24	8
	12153	10243	8032	7597	6903	79	21	7
	11151	9367	7443	7021	6353	78	20	6

<b>Vzorek B3</b>	25238	22375	17718	16532	14258	431	127	31
	25207	21949	17384	16237	13953	375	91	22
	22458	19376	15279	14257	12509	241	56	19
	19208	16598	12953	11881	10647	166	42	13
	16419	13998	10892	10191	9004	135	37	12
	14887	13311	10812	10069	8589	107	34	9
	14760	12483	9818	9202	8202	96	24	8
	12987	10859	8426	7909	7042	89	20	6
	11693	9761	7558	7109	6415	87	23	7
	10676	8895	6936	6485	5876	76	21	5
<b>Vzorek B4</b>	16753	14289	11952	11742	9639	397	125	31
	25128	22289	17530	16386	14194	436	137	39
	25078	21841	17240	16048	13764	315	76	18
	22361	19259	15137	14198	12365	221	64	17
	19185	16630	12850	12003	10572	164	32	9
	16342	13894	10862	10093	8753	126	43	7
	14379	12340	9641	9076	8106	113	29	9
	12864	10753	8229	7954	6851	97	21	6
	11642	9741	7538	7050	6245	83	19	5
	10789	8752	6529	6328	5880	81	24	6
<b>Vzorek B5</b>	24762	21871	17234	16040	13722	409	137	32
	24722	21475	16842	15691	13475	317	74	22
	21987	18559	14745	13804	12026	216	65	19
	18721	16115	12504	11675	10223	193	41	14
	15995	13731	10245	9698	8459	125	36	11
	14343	13153	10329	9610	8114	119	34	10
	14286	11998	9343	8721	7713	102	27	8
	12512	10413	7953	7422	6493	94	23	6
	11209	9279	7071	6903	6216	89	21	5
	10525	8781	6755	6335	5635	82	19	5

Tab. PVI.6 Vypočítané hodnoty daných ukazatelů pro  $C_L$  [-] a IPM [-]

počítané ukazatele	firma				
	HARTMANN – RICO a.s.	KIMBERLY - CLARK	LOHMANN & RAUSCHER	PANEP s.r.o.	KURÝR
$C_L$ [-]	3,54	3,57	3,00	5,13	5,39
s [-]	284,71	326,99	86,47	4932,19	7498,65
v [%]	7,93	8,78	8,92	3,58	3,07
$s^2$ [-]	81059,78	106922,46	7477,06	$\approx 24 \cdot 10^6$	$\approx 56 \cdot 10^6$
IPM [-]	2,87	2,62	1,48	4,78	4,98

## **PŘÍLOHA VII – odolnost proti mikrobiální penetraci za mokra**

Tab. PVII.1 Počet kolonií [CFU]

<b>miska</b>	<b>firma</b>				
	<b>HARTMANN – RICO a.s.</b>	<b>KIMBERLY - CLARK</b>	<b>LOHMANN &amp; RAUSCHER</b>	<b>PANEP s.r.o.</b>	<b>KURÝR</b>
<b>1</b>	108	136	více než 750	více než 750	více než 750
<b>2</b>	97	274	256	202	více než 750
<b>3</b>	196	272	142	121	více než 750
<b>4</b>	206	243	více než 750	více než 750	více než 750
<b>5</b>	258	210	více než 750	více než 750	více než 750
<b>6</b>	202	164	více než 750	více než 750	více než 750

## PŘÍLOHA VIII – komfort

Tab. PVIII.1 Propustnost vodních par: naměřené hodnoty  $p_0$  [mV],  $p_1$  [mV] a vypočtené hodnoty  $p_{(i)}$  [%] – Hartmann – Rico a.s.

<b>i</b>	<b><math>p_{0(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{1(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{(i)}</math> [%]</b>
<b>1</b>	51,0	11,2	21,96
<b>2</b>	51,0	12,4	24,31
<b>3</b>	52,0	12,0	23,08
<b>4</b>	52,0	10,8	20,77
<b>5</b>	49,8	11,0	22,09
<b>6</b>	51,2	10,1	19,73
<b>7</b>	50,5	11,0	21,78
<b>8</b>	50,2	11,0	21,91
<b>9</b>	51,3	10,9	21,25
<b>10</b>	50,5	11,0	21,78

Tab. PVIII.2 Propustnost vodních par: naměřené hodnoty  $p_0$  [mV],  $p_1$  [mV] a vypočtené hodnoty  $p_{(i)}$  [%] – Kimberly - Clark

<b>i</b>	<b><math>p_{0(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{1(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{(i)}</math> [%]</b>
<b>1</b>	55,7	10,5	18,85
<b>2</b>	56,0	11,0	19,64
<b>3</b>	53,9	11,6	21,52
<b>4</b>	53,0	11,0	20,75
<b>5</b>	53,6	11,3	21,08
<b>6</b>	54,0	10,3	19,07
<b>7</b>	52,4	10,9	20,80
<b>8</b>	52,8	11,2	21,21
<b>9</b>	51,1	10,0	19,57
<b>10</b>	52,3	9,9	18,93

Tab. PVIII.3 Propustnost vodních par: naměřené hodnoty  $p_0$  [mV],  $p_1$  [mV] a vypočtené hodnoty  $p_{(i)}$  [%] – Lohmann & Rauscher

<b>i</b>	<b><math>p_{0(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{1(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{(i)}</math> [%]</b>
<b>1</b>	53,0	15,7	29,62
<b>2</b>	52,9	17,0	32,14
<b>3</b>	51,3	16,3	31,77
<b>4</b>	52,4	16,0	30,53
<b>5</b>	52,1	15,1	28,98
<b>6</b>	51,5	13,4	26,02
<b>7</b>	52,6	14,8	28,14
<b>8</b>	51,9	14,9	28,71
<b>9</b>	51,3	15,0	29,24
<b>10</b>	50,9	14,2	27,90

Tab. PVIII.4 Propustnost vodních par: naměřené hodnoty  $p_0$  [mV],  $p_1$  [mV] a vypočtené hodnoty  $p_{(i)}$  [%] – Panep s.r.o.

<b>i</b>	<b><math>p_{0(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{1(i)}</math> [mV]</b>	<b><math>p_{(i)}</math> [%]</b>
<b>1</b>	50,3	10,9	21,67
<b>2</b>	49,3	11,0	22,31
<b>3</b>	50,0	11,2	22,40
<b>4</b>	49,1	10,5	21,38
<b>5</b>	49,9	10,9	21,84
<b>6</b>	50,2	10,9	21,71
<b>7</b>	51,9	11,4	21,97
<b>8</b>	51,0	11,0	21,57
<b>9</b>	50,5	11,0	21,78
<b>10</b>	50,8	11,2	22,05

Tab. PVIII.5 Propustnost vodních par: naměřené hodnoty  $p_0$  [mV],  $p_1$  [mV] a vypočtené hodnoty  $p_{(i)}$  [%] – Kurýr

<b>i</b>	<b><math>p_0</math> (i) [mV]</b>	<b><math>p_1</math> (i) [mV]</b>	<b><math>p_{(i)}</math> [%]</b>
<b>1</b>	49,4	10,7	21,66
<b>2</b>	49,9	10,2	20,44
<b>3</b>	50,5	10,2	20,20
<b>4</b>	50,1	9,3	18,56
<b>5</b>	50,2	10,0	19,92
<b>6</b>	50,5	9,6	19,01
<b>7</b>	50,3	10,1	20,08
<b>8</b>	49,7	9,8	19,72
<b>9</b>	50,2	10,2	20,32
<b>10</b>	50,6	10,2	20,16

Tab. PVIII.6 Vypočítané hodnoty daných ukazatelů pro p [%]

<b>počítané ukazatele</b>	<b>firma</b>				
	<b>HARTMANN – RICO a.s.</b>	<b>KIMBERLY - CLARK</b>	<b>LOHMANN &amp; RAUSCHER</b>	<b>PANEP s.r.o.</b>	<b>KURÝR</b>
$\bar{x}$ [%]	21,87	20,14	29,31	21,87	20,01
<b>s</b> [%]	1,23	1,03	1,84	0,32	0,83
<b>v</b> [%]	5,62	5,11	6,28	1,46	4,15
<b>s<sup>2</sup></b> [%]	1,51	1,06	3,39	0,10	0,69
<b>95% IS</b> [%]	<20,99 – 22,75>	<19,40 – 20,88>	<27,99 – 30,63>	<21,64 – 22,10>	<19,42 – 20,60>



Tab. PVIII.7 Propustnost vzduchu: naměřené hodnoty  $q_v$  [ $\text{ml.s}^{-1}$ ]

i	$q_v$ (i) [ $\text{ml.s}^{-1}$ ]				
	HARTMANN – RICO a.s.	KIMBERLY - CLARK	LOHMANN & RAUSCHER	PANEP s.r.o.	KURÝR
1	16,0	4,0	245	15,0	14,0
2	15,5	4,7	200	16,0	16,0
3	18,0	4,2	160	18,0	12,5
4	15,5	4,3	180	15,0	15,0
5	15,0	4,7	180	18,0	13,0
6	18,0	4,6	220	15,5	12,5
7	15,0	4,7	180	14,0	12,0
8	16,0	4,8	240	15,0	11,5
9	14,0	4,7	200	18,0	12,0
10	16,0	4,6	190	16,0	13,0

Tab. PVIII.8 Vypočítané hodnoty daných ukazatelů pro R [ $\text{mm.s}^{-1}$ ]

počítané ukazatele	firma				
	HARTMANN – RICO a.s.	KIMBERLY - CLARK	LOHMANN & RAUSCHER	PANEP s.r.o.	KURÝR
<b>R</b> [ $\text{mm.s}^{-1}$ ]	7,95	2,27	99,75	8,03	6,58
$\overline{q_v}$ [ $\text{ml.s}^{-1}$ ]	15,9	4,53	199,5	16,05	13,15
<b>s</b> [ $\text{ml.s}^{-1}$ ]	1,27	0,27	27,73	1,46	1,44
<b>v</b> [%]	7,99	5,96	13,90	9,10	10,95
<b>s<sup>2</sup></b> [ $(\text{ml.s}^{-1})^2$ ]	1,61	0,07	768,95	2,13	2,07
<b>95% IS</b> [ $\text{ml.s}^{-1}$ ]	<14,99 – 16,81>	<4,34 – 4,72>	<179,68 – 219,32>	<15,01 – 17,09>	<12,12 – 14,18>

Tab. PVIII.9 Propustnost tepla: naměřené hodnoty  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

i	$\lambda \cdot 10^{-3}$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]				
	HARTMANN – RICO a.s.	KIMBERLY - CLARK	LOHMANN & RAUSCHER	PANEP s.r.o.	KURÝR
1	26,2	32,8	47,0	30,6	47,0
2	27,0	27,6	45,7	41,9	50,4
3	21,4	29,0	45,4	35,1	52,5
4	26,4	38,8	45,0	40,6	47,7
5	22,8	31,9	43,5	38,3	48,2
6	27,9	37,9	40,3	42,1	43,4
7	27,0	35,9	35,9	45,2	45,8
8	23,3	33,1	44,8	47,1	49,2
9	26,9	34,9	37,0	47,5	46,3
10	29,2	36,5	43,7	40,5	47,1

Tab. PVIII.10 Propustnost tepla: naměřené hodnoty  $r$  [ $\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$ ]

i	$r \cdot 10^{-3}$ [ $\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$ ]				
	HARTMANN – RICO a.s.	KIMBERLY - CLARK	LOHMANN & RAUSCHER	PANEP s.r.o.	KURÝR
1	13,8	13,7	13,2	13,6	11,1
2	13,9	14,3	12,7	14,6	11,5
3	12,4	14,5	12,6	14,7	11,1
4	13,6	15,1	13,0	13,7	12,0
5	13,7	14,9	13,1	14,5	12,0
6	13,2	14,7	12,8	14,2	12,2
7	13,9	15,0	12,1	14,9	11,0
8	14,3	15,0	10,9	14,1	10,2
9	14,2	13,2	12,9	14,2	10,8
10	13,5	14,5	12,5	13,9	11,0

Tab. PVIII.11 Vypočítané hodnoty daných ukazatelů pro  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

počítané ukazatele	firma				
	HARTMANN – RICO a.s.	KIMBERLY - CLARK	LOHMANN & RAUSCHER	PANEP s.r.o.	KURÝR
$\bar{x}$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]	0,0258	0,0338	0,0428	0,0409	0,0478
s [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]	0,0025	0,0037	0,0038	0,0053	0,0025
v [%]	9,69	10,95	8,89	12,96	5,23

Tab. PVIII.12 Vypočítané hodnoty daných ukazatelů pro  $r$  [ $\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$ ]

počítané ukazatele	firma				
	HARTMANN – RICO a.s.	KIMBERLY - CLARK	LOHMANN & RAUSCHER	PANEP s.r.o.	KURÝR
$\bar{x}$ [ $\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$ ]	0,0137	0,0145	0,0126	0,0142	0,0113
s [ $\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$ ]	0,00054	0,00062	0,00067	0,00043	0,00063
v [%]	3,94	4,28	5,32	3,03	5,58